



**مركز دراسات الوحدة العربية**

# **مدخل الى فلسفة العلوم**

## **المقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي**

**الدكتور محمد عابد الجابري**



مركز دراسات الوحدة العربية

# مدخل الى فلسفة العلوم

المقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي

الدكتور محمد عابد الجابري

المهزلة أثناء النشر - إصدار مركز دراسات الوحدة العربية

الجابري، محمد عابد

مدخل إلى فلسفة العلوم: العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي/

محمد عابد الجابري.

٤٧٧ ص.

بيبلوغرافية: ص ٤٧٣ - ٤٧٧.

ISBN 9953-431-13-2

١. فلسفة العلم. ٢. نظرية المعرفة. ٣. الرياضيات. أ. العنوان.

121

«الآراء الواردة في هذا الكتاب لا تعبر بالضرورة  
عن اتجاهات بيتها مركز دراسات الوحدة العربية»

### مركز دراسات الوحدة العربية

بناية «سادات ناور» شارع ليون ص.ب: ٦٠٠١ - ١١٣

الحمراء - بيروت ٢٠٩٠ ١١٠٣ - لبنان

تلفون : ٨٦٩١٦٤ - ٨٠١٥٨٢ - ٨٠١٥٨٧

برقياً: «مرعبي» - بيروت

فاكس: ٨٦٥٥٤٨ (٩٦١١)

e-mail: info@caus.org.lb

Web Site: <http://www.caus.org.lb>

---

حقوق الطبع والنشر محفوظة للمركز

الطبعة الأولى: بيروت؛ الدار البيضاء، ١٩٧٦

الطبعة الثانية: بيروت؛ الدار البيضاء، ١٩٨٢

الطبعة الثالثة: بيروت، كانون الثاني/يناير ١٩٩٤

الطبعة الرابعة: بيروت، تموز/يوليو ١٩٩٨

الطبعة الخامسة: بيروت، حزيران/يونيو ٢٠٠٢

---

## المحتويات

مقدمة الكتاب	١١
--------------	----

### الجزء الأول

#### تطور الفكر الرياضي والعقلانية المعاصرة دراسات ونصوص في الأيستمولوجيا المعاصرة

مدخل عام	: الأيستمولوجيا وعلاقتها بالدراسات المعرفية الأخرى	١٧
أولاً	: ملاحظات أولية	١٧
ثانياً	: تعريف	١٨
ثالثاً	: الأيستمولوجيا ونظرية المعرفة	٢٠
رابعاً	: الأيستمولوجيا والميتودولوجيا	٢٢
خامساً	: الأيستمولوجيا وفلسفة العلوم	٢٤
١ - وجهة النظر الوضعية :		٢٥
أ - وضعية أوغست كونت		٢٥
ب - الوضعية الجديدة		٢٦
٢ - وجهة النظر التطورية :		٣٠
أ - تطورية هربوت سبنسر		٣٠

٣١	ب - المادية الجدلية
٣٥	سادساً : الایستیمولوجیا والفلسفة المفتوحة
٣٥	١ - ایدونیه کونزت
٣٦	٢ - فلسفة النفي عند باشلار
٣٧	٣ - الایستیمولوجیا التکونینة (بیاجی)
٤٠	سابعاً : الایستیمولوجیا وتاریخ العلوم
	ثامناً : طبيعة البحث الایستیمولوجی ،
٤٤	وحدوده ، ومألة المنهج

## القسم الأول تطور الفكر الرياضي والعقلانية المعاصرة

٥٣	تقديم
٥٧	الفصل الأول : الرياضيات الكلاسيكية
٥٧	أولاً : الهندسة والحساب عند المصريين والبابليين
٥٨	ثانياً : الرياضيات النظرية عند اليونان
٦٣	ثالثاً : الرياضيات عند العرب
	رابعاً : الرياضيات في العصر الحديث
٦٦	(حتى القرن التاسع عشر)
٧٣	الفصل الثاني : الهندسات اللاأوقليدية والمنهاج الأكسومي
٧٤	أولاً : مشكلة التوازي والهندسات اللاأوقليدية
	ثانياً : الرياضيات نظام فرضي استنتاجي
٧٩	(الأكسيوماتيک)
٨١	ثالثاً : شروط البناء الأكسومي وخصائصه
	رابعاً : نموذجان : أكسيوماتيک العدد وأکسيوماتيک
٨٦	الهندسة
٨٩	خامساً : القيمة الایستیمولوجية للمنهاج الأكسومي
٩٣	الفصل الثالث : نظرية المجموعات وأزمة الأسس
٩٣	أولاً : انهيار فكرة الاتصال في التحليل

٩٥	ثانياً : نظرية المجموعات ونقائضها
١٠٣	ثالثاً : أزمة الأسس والحلول المقترحة
١٠٤	١ - النزعة المنطقية
١١١	٢ - النزعة الحدسية
١١٦	٣ - النزعة الأكسيومية
١١٩	الفصل الرابع : الرياضيات والتجربة
١١٩	أولاً : وضع الشكل
١٢٠	ثانياً : النزاع بين العقلين والتجريبيين
١٢١	ثالثاً : كانت، ومحاولة النقدية
١٢٤	رابعاً : التجريبية المنطقية والعقلانية التجريبية
١٢٧	خامساً : موقف المادية الجدلية
	سادساً : الالاستيمولوجيا التوليدية :
١٢٩	التجربة ليست واحدة
١٣٥	الفصل الخامس : العقلانية المعاصرة : البنيات ونظرية الزمر
١٣٥	أولاً : من الكائنات إلى البنيات
١٣٨	ثانياً : البنية والزمرة
١٤٤	ثالثاً : مفهوم اللامتغير
١٤٧	رابعاً : الزمرة وبناء الأشياء : مشكل الموضوعية
١٥٠	خامساً : نظرية الزمر والنمو العقلي للطفل

## القسم الثاني النصوص

١٥٩	١ - رحلة إلى البعد الرابع
١٦٨	٢ - مشكل المتصل
١٧٦	٣ - الرياضيات والمنطق
١٨٥	٤ - الحدس والمنطق في الرياضيات
١٩٣	٥ - الاستدلال التكراري
٢٠٤	٦ - البنيات موضوع الرياضيات
٢٠٨	٧ - الرياضيات والصياغة الأكسيومية
٢١٢	٨ - الهيكل المعماري للصرح الرياضي

٢١٩	٩ - حدود المنهاج الأكاديمي
٢٢٣	المراجع

## الجزء الثاني

### المنهاج التجريبي وتطور الفكر العلمي

### دراسات ونصوص في الایستیمولوجیا المعاصرة

٢٢٩	تقديم
-----	-------

#### القسم الأول

#### المنهاج التجريبي: الفرضية والنظرية

٢٣٧	المنهاج التجريبي: نشأته وخصائصه	الفصل الأول
٢٣٧	أولاً : سيكون و الأرغانون الجديد	
٢٤٤	ثانياً : غاليليو وميلاد الفكر العلمي الحديث	
	ثالثاً : من مظاهر الصراع بين القديم والحديث :	
٢٥٢	ارتفاع السوائل ومشكلة الخلاه	
	رابعاً : نتائج عامة : خطوات المنهاج التجريبي	
٢٥٧	وخصائصه	
٢٦١	المنهاج الفرضي الاستنتاجي في الفيزياء	الفصل الثاني
٢٦١	أولاً : المنهاج الديكارتي بين الفلسفة والعلم	
٢٦٦	ثانياً : هوبز والتقيّد الصارم بمعطيات التجربة	
٢٦٩	ثالثاً : نيوتن وعلم القرن الثامن عشر	
٢٧٥	بين الوقوف عند القوانين والبحث عن الأسباب	الفصل الثالث
٢٧٦	أولاً : دالامير والميكانيكا العقلية	
٢٧٨	ثانياً : أوغست كوثت والفلسفة الوضعية	
٢٨١	ثالثاً : جون ستوارت ميل وقواعد الاستقراء	
٢٨٢	رابعاً : رويل وكلود بيرنار: دور الفرضية	
٢٨٩	النظرية الفيزيائية ومشكلة الاستقراء	الفصل الرابع
٢٩٠	أولاً : الدوغماتية والعلمية	

ثانياً	: مصادر الوضعية الجديدة : باركلي وماخ	٢٩١
ثالثاً	: النزعة الميكانيكية ونظرية الطاقة	٢٩٢
رابعاً	: النظرية الفيزيائية : اتجاهاً متعارضاً	٢٩٥
خامساً	: مشكلة الاستقراء	٣٠٢

## القسم الثاني تطور الأفكار في الفيزياء

الفصل الخامس	: المتصل والمتصل في الفيزياء الكلاسيكية	٣١٥
أولاً	: مفهوم الاتصال والانفصال	٣١٥
ثانياً	: ذرات الفلاسفة وجواهر المتكلمين	٣١٦
ثالثاً	: الذرة كفرضية علمية	٣١٨
رابعاً	: النظرية الحركية للغازات وإثبات وجود الذرة	٣٢١
خامساً	: الطريق إلى بنية الذرة	٣٢٣
سادساً	: طبيعة الضوء : الاتصال أم الانفصال ؟	٣٢٧
الفصل السادس	: نظرية النسبية	٣٣٥
أولاً	: الفيزياء الكلاسيكية ومفاهيمها الأساسية	٣٣٥
ثانياً	: المتطلبات المرجعية وأنواعها	٣٣٨
ثالثاً	: تجربة ميكلسن ومورلي	٣٣٩
رابعاً	: التحويل الغاليلي والتحويل اللورنتزي	٣٤١
خامساً	: نظرية النسبية المقصورة	٣٤٣
سادساً	: نظرية النسبية المعممة	٣٤٩
الفصل السابع	: الثورة الكوانتية	٣٦٥
أولاً	: الاتصال والانفصال في ميدان الطاقة	٣٦٥
ثانياً	: تجربة الجسم الأسود	٣٦٦
ثالثاً	: بلانك وفكرة الكوانتا	٣٦٨
رابعاً	: الظاهرة الضوئية الكهربائية	٣٧٠
خامساً	: مفعول كامتون ومفعول رامان	٣٧٢
سادساً	: دو بروي والميكانيكا الموجية	٣٧٤



٣٧٥	..... (علاقات الارتباب)	سايماً : هايزنبرغ والميكانيكا الكوانتية
٣٨١	.....	ثامناً : توافق الميكانيكا الموجية والميكانيكا الكوانتية
٣٨٣	.....	تاسماً : بعض النتائج الايستمولوجية للثورة الكوانتية

### القسم الثالث النصوص

٢٨٩	..... نيوتن	١ - مطلقات نيوتن
٢٩٣	..... لايلاس	٢ - الحتمية الكونية
٢٩٥	..... كورنر	٣ - الصدلة
٤٠١	..... هايزنبرغ	٤ - فيزياء الذرة وقانون الريبة
٤٠٨	..... دينوش	٥ - اللاهتية والنزعة الذاتية
٤١٢	..... لوي دوبروي	٦ - مشاكل الحتمية في الفيزياء الكوانتية
٤١٦	..... كالينا مار	٧ - تطور مفهوم الحتمية
٤٢٤	..... أرنيست ماخ	٨ - العلم واقتصاد الفكر
٤٢٧	..... هايزنبرغ	٩ - اللاهتية ومفهوم والواقع (وجهة نظر الوضعية الجديدة)
٤٣٦	..... نيلس بور	١٠ - تكاملية بور
٤٣٧	..... لوي دوبروي	١١ - المكان والزمان في الفيزياء الحديثة
٤٤١	..... بريدغمان	١٢ - النزعة الإجرائية: التزامن في نظرية النسبية
٤٤٥	..... غاطاليف	١٣ - نقد الاتجاهات الوضعية (من وجهة نظر ماركسية)
٤٥٤	..... يوانكاريه	١٤ - القيمة الموضوعية للعلم
٤٦٠	..... اينشتين	١٥ - المفاهيم الفيزيائية وموضوعية العالم الخارجي
٤٦٣	.....	١٦ - باشلار والعقلانية الجديدة
٤٧٣	.....	المراجع

## مُقَدِّمَةُ الْكِتَابِ

تكتسي الدراسات الایستیمولوجیة - التي تتناول قضايا المعرفة عامة والفكر العلمی خاصة - أهمية بالغة فی الوقت الحاضر . بل یمکن القول إنها المیدان الرئيسی الذي يستقطب الأبحاث الفلسفیة فی القرن العشرين .

صحیح أن الفلسفة الحدیثة هی ، علی العموم ، فلسفة فی المعرفة ، بالمقارنة مع الفلسفة القدیمة ، فلسفة الیونان وفلسفة القرون الوسطی ، التي كانت ، فی معظمها ، فلسفة فی الوجود ، ولكن هناك فرق کبیر بین فلسفة المعرفة كما دشنتها دیکارت وحلّد موضوعها وشيّد صرحها كانت ، و بین الدراسات الایستیمولوجیة المعاصرة التي نشطت عقب الثورة العلمیة الحدیثة التي شهدها العقد الأول من هذا القرن ، فرق کبیر يعكس ذلك البون الشاسع بین الفیزیاء الکلاسیکیة التي دشنتها غالیلو وشيّد صرحها نیوتن و بین الریاضیات كما نظمها الیونان وأثراها دیکارت ولیننز من جهة ، و بین الفیزیاء الحدیثة التي أرمى دعائمها بلاتک واینشتین وغيرهما من علماء الفیزیاء الذریة ، و بین الریاضیات المعاصرة والریاضیات الحدیثة ، من جهة أخرى .

ونحن هنا فی الوطن العربی ما زلنا متخلفین عن ركب الفكر العلمی ، تقنیة وتفکیراً ، وما زالت الدراسات الفلسفیة عندنا منشغلة بالأراء المتنافیزیة أكثر من اهتمامها بقضايا العلم والمعرفة والتکنولوجیا ، الشيء الذي انعکست آثاره عل جامعاتنا ومناخنا الثقافي العام . هذا فی وقت نحن فیة أحوج ما نكون إلى تحديث العقل العربی ، وتحديد المنهية العربیة .

وغني عن البیان القول بأن وسيلتنا إلى ذلك یمب أن تكون مزدوجة متكاملة : الدفع بمدارسنا وجامعاتنا إلى مسایرة تطور الفكر العلمی وملاحقة خطاه والمساهمة فی إغثائه وإثرائه

من جهة، و يعمل على نشر معرفه العبدية على أوسع نطاق من جهة ثانية، في توجيه اهتمام الطلبة والمفكرين إلى «المساقات العلمية» التي تعمل جامعة على ملاحقة تفكر العلمي في تطوره وتقديمه تحت مباحثه وندرس نتائج محاوله استخلاص ما يمكن استخلاصه من رؤى فلسفيه جديدة وافاق فكرية رحبة، ضرورة أكيدة، إذ ما نحن أردنا، لارتفاع بعلامات ومفاهيم إلى مستوى الذي يمكنهم من أن يعيشوا عصرهم، عصر نعم ولكونوجيا، يكن ما يعرضه من مشاكل نظرية وعبدية، ويساهم في تشييد حضارة عربية في مستوى حضارة العصر على وعملا

أصبحت إلى ذلك أن نشر معرفه العلمية وأصناف التفكير العلمي على أوسع نطاق، وفي المعاهد والكليات العربية ككياف خاصة، هو الوسيلة الوحيدة التي تمكن من إقامة جسور بين المهتمين بالدراسات النظرية، ولتحسين الأبحاث التطبيقية، الشيء الذي يسهل التواصل ويساعد على التفاهم ويحفز الحد الأدنى من وحدة التفكير والتربية، بين مختلف قطاعات المهنيين، مختصين كانوا أو غير مختصين

عملا، إذن، دعونا بنا إلى المعمورة في رتياد هذا النوع «الجديد» من الدراسات والأبحاث الفلسفية العلمية، خلال عهد الجامعة في كلية الآداب بجامعة محمد الخامس بطنجة، وهم نفس العاملين الذين دعوا إلى المجازفة بفتح هذه الدروس والمحاضرات، التي شعر، قبل غيرنا، بما يكتنفها من نقص وما قد يعرضها من عموص أو الناس

بعد وحدث في ما نساء من رجال بطلاب على هذا اللون من الدراسات، ما شجعت على المضي في معامره أشواقا بعيدة، فعلمنا من مستوى لناس إلى مستوى الدراسات العليا، حيث حرصنا على إدراج الأسيموسوجيا بين التخصصات التي يتيحها دبلوم الدراسات العليا لطلاب فلسفة بالمغرب ولا شئت أن طلبت الذين يعدون رسائلهم الجامعية في هذا المجال سيعود بأبحاثهم ومجهودهم هذه الطريق التي أفحصها، رادب في ذلك الاقتناع بضرورة الاحياء وصوائه، والنصر في حيا عقائده وتحمل عواقبه

واليوم، إذ نفس على جميع هذه الدروس والمحاضرات، بعد تنقيحها والتسقيح بها، نصبح بين أيدي طلابنا مرجعا موصفا تصعد المكتبة العربية إلى كثير من أمثاله بفتح أن نجد فيه انتمج العربي ما يفتح أمامه نافذه على الفكر العلمي المعاصر، وعلى جوانب من نظرية المعرفة العلمية، فيحقق بذلك هدفين: شجيع الطلاب على ارتياد هذا النوع من الدراسات والأبحاث، والمساهمة في نشر المعرفة العلمية وأساليب لتفكير العلمي في أوساطه الثقافية

\*\*\*

في الكتاب الذي يصعب اليوم بين أيدي هؤلاء، أو شئت هو مجرد «مدخل» ورغبة ما في أن يكون هذا «المدخل» في مساوئ لجميع حرصنا على الترام التيسيط بصدر الامكان، آمين أن لا يتسبب ذلك في ما ينال من جوهر مسائل أو يرعج اختصاص بقد سنك في عرض مسائل هذا الكتاب طريقه مزدوجة لتأريخ بشوء وتطور هذه المسائل، وعملها

محيلاً يمر فيحتلها الاستيمولوجية ودلائلها الفلسفية وهكذا مرجح بين تحديد المباح العلمي  
 ، تنبع تطور الأفكار واسطريبات، مكتنزين م أمكن من الأمثلة التي حرصت على استنباطها من  
 التاريخ نفسه، تاريخ الاكتشافات العلمية وتاريخ تطور الفكر العلمي ولم يقتد أن يمر، من  
 حين إلى آخر م تكنه، القصبه، المطروحه من صلبه، إيديولوجية تحاور حدود العلم إلى  
 محلات الاستغلال الإيديولوجي بلعلم

نعم، لقد، انزمت عرض مسائل دون تحديد توجهه نظر معينة، بل بعد أثراً عرض  
 وجهات النظر المختلفة، مررين «تاريخيتها» ونقاط قوتها أو ضعفها على ضوء تطور التفكير  
 العلمي ذاته فلا حاجة للمقارن، إذن، إلى صاعه نوقت في محاولة البحث عن وجهه نظر  
 المؤلف فهم يكن مؤلف يطمح إلى بناء وجهه نظر خاصة به، في موضوع هو من اختصاص  
 العلماء المختصين، بل كس م كان يطمح إليه هو أن يتمكن من عرض واضح، فسل  
 الأحكام، هذا لغو من الدراسات والأبحاث ومع ذلك، قبل المؤلف سيكون متكبراً  
 خصمه يؤمن بها، إذا م دعى أنه عرض مسائل هذا الكتاب عرضاً بريئاً محييداً، علماً به  
 بأن أبه كتابه منها كانت، لا مد أن تكون محايدة موعي من صاحبها أو مبرر وعي م هناك  
 إذن رؤية موجهه، سواء في العرض أو التحليل أو في العهد وإنشاء الرأي، رؤية تستمد  
 معلوماتها ومؤشراتها من الفكر التقدمي المعاصر، الفكر الذي يكرس العلم والمعرفة العلمية  
 لخدمة الإنسان، لتطويع وعيه، وتصحيح رؤاه

\*\*\*

#### والكتاب يشتمل على جزأين

أولاً في الجزء الأول مفهوم الاستيمولوجيا وعلاقتها بالدراسات المعرفية الأخرى،  
 النقدية وحديثة، متبعين تطور نظرية الفلاسفة ولعباء إلى مشكل المعرفة، مركزين على  
 الاتجاهات المعاصرة، سالكين النهج التاريخي النقدي وبعد هذا المدخل العام، حصصاً  
 لقسم الأول لفكر الرياضي وتطوره منذ اليونان إلى اليوم، مركزين على القضايا التي تسورها  
 فلسفة الرياضيات، راسطين بين هذه وتطور الفكر العقلاني، محصين الفصل الأخير م  
 لإبرار، العالم الرئيسية للعقلانية المعاصرة، ثم أردفها ذلك كله بمجموعة من النصوص تتناول  
 أهم القضايا المطروحة خلال العرض بأفلام كبار الرياضيين المختصين

أما الجزء الثاني فقد حصصاه للمباح التحريبي وتطور الفكر العلمي في ميدان  
 «الفيزياء» مد يكون وغالبين إلى لعباء الذرية، مركزين على احداث المعرفي، عبر محعين  
 الإشارة إلى بعض لكشوف العممية التي تلقى الضوء على القضايا الاستيمولوجية المطروحة  
 وتعمل المقاريء عبر المختص يدرك مساهماتها وإسهامها العلمي والتاريخي وأخير حمداً هذا  
 الجزء، كما لعبت في الجزء الأول، نصوص تتناول أهم القضايا الاستيمولوجية الحديثة  
 وتعاصره في موضوع الفيزياء، بأفلام كبار العلماء المختصين

\*\*\*

ومعد، فإن الكتاب - كما هو - مجرد مدخل - هدفه توضيح، وهو يكيى الطرب  
و يهدف غير مختص من الإطلاع على الفكر العلمي حديث وأبصر فإن طلاب يكيه  
الأداب بالرباط، الذين شجعنا اهتمامهم بهد الملوك من الدراسات على حرفة مطبع هذه  
ندروس والمحاضرات، هدي هذا الكتاب، رحين أن يجد فيه عامة النعمين ما يشر اهتمامهم  
وسكر فضولهم والله وي لوفيق

الدكتور محمد عابد خابري  
الدار البيضاء، أيلول / سبتمبر ١٩٧٦

الجزء الأول

تطور الفكر الرياضي والعقلانية المعاصرة

دراسات ونصوص في الـايستيمولوجيا المعاصرة



# مَنْجَل عام :

## الايستيمولوجيا

### وعلاقتها بالدراسات المعرفية الأخرى

#### أولاً . ملاحظات أولية

لعل أول ما يواجه من مشاكل استيمولوجية عندما نعلم على دراسة هذا النوع جديد من الدراسات والأبحاث التي تتحد لمعرفة موضوعاً ما، هو شكل الاستيمولوجيا ذاتها أعني تعريفها، وتحديد ميدان البحث الخاص بها، وبيان غايتها، والكشف عن طبيعة العلاقات لعالمها بينها وبين العلوم الأخرى منها، أو امتدادها معها.

ذلك لأن هذا العلم، أو على الأصح هذا النوع من الدراسات والأبحاث، قليل جدٌ وحديث جداً، في ن واحد ومعروف لدى الجميع أن محاولة الفصل في الشيء الواحد من ما هو قديم وما هو جديد، محاولة صعبة شاقة، خصوصاً عندما يتعلق الأمر بميدان المعرفة البشرية التي تتداخل أسرارها وتشتبك فروغها، ولتي تشكل، على الرغم مما يحدث فيها من هزات وثورات، سلسلة متوالية الحفلات، يصعب أحياناً، إن لم يكن بحيل، فصل بعضها عن بعض، أو مجموعها منها عن السلسلة كلها، فصلاً نهائياً تاماً.

هذا من جهة، ومن جهة أخرى، فإن البحث في مثل هذه القضايا (تعريف العلم وبيان موضوعه ومنهجه وغاياته، وتحديد علاقاته بغيره من العلوم...) هو من جهة الأبحاث التي تسمى بشكل أو بآخر إلى عالم الفلسفة ومعروف كذلك أن قول «شيء ما عن الفلسفة، لا يحده مبدأ البحث مستقل، هو من أصعب الأمور، خصوصاً إذا كان موضوع هذا «الشيء» ينتمي إلى عالم الفكر والظن، لا إلى علم المادة والواقع ذلك لأن من خصائص الفلسفة أنها تلمس دوماً بلاحق موضوعاتها، وتطارد في بيوتاتها الخفية، فتلويحها، وتتطور نظورها، وتعني بتقدم البحث فيها إن هذا، بالسط، هو من بقاء الفلسفة حية على الدوام، متجددة باستمرار.

وصورة ناتجة لا بد من انبثاق إليها هذا، وهي أن لدراسات الاستيمولوجية تتناول،



من جهة ما تناوله محللين والنقد، نتائج العلوم، طبيعية منها والانسائية، أما من جهة  
إساحية نوع من «فلسفة العلوم» وحدث فإنه من المنتظر أن هذا هو الواقع - أن يصطغ  
لتأويلات انفسية ليكشف لعلميه، التي تتم في هذا ميدان أو ذلك، بالصيغة  
لابديولوجية، الشيء الذي يجعل من الصعب جداً، تحديد إطار هذا العلم، وبيان عيانه  
وحدود افقه، بكيفية موضوعية دقيقة

أصعب إلى ذلك صعوبة أخرى خاصة، وهي أن مصطلح «ابديولوجية»، يختلف  
مدلوله، معناه وصيغاً، من جهة إلى أخرى وعدم اتفاق المعاني عليه، يعاب العلوم  
الانسانية، على مدلوله وحدود موضوعه، يعني أن مجال البحث الخاص به الألوان الجديد من  
الدراسات التي تحدد المعرفة موضوعاً لها، ما زال غير واضح المعالم بالشكل الكافي، وأن  
طبيعة القصد التي يجب أن يسودها ما زالت موضوع خلاف، كما يفسح مجال واسع لمحض  
وعدم الدقة في استعمال هذا المصطلح الجديد، القديم

غير أن هذه هي المصطلح، أو على الأقل شيعه الواسع في الأوساط العلمية  
والفلسفية المعاصرة، دليل على أن هناك فعلاً مشاكل جديدة، أو نظرات جديدة إلى مشاكل  
قديمة، تدعو الحاجة إلى جعلها موضوعاً لعدم جديد، حتى يستقر حصرها وتوضيح إطارها،  
ودراستها دراسة منظمة دقيقة

فما هو هذا العلم؟ إذن؟ وكيف تغيره عن غيره من العلوم والدراسات المتداخلة معه،  
أو المتاحة به؟

## ثانياً تعريف

لابيستمولوجيا Epistémologie مصطلح جديد، كما قد، صيغ من كلمتين يونانيتين  
Epistémé ومعناه علم، وLogos ومن معانيها علم، بعد، نظرية، دراسة  
فالابيستيمولوجيا، إذن، من حيث الاشتقاق دلوري هي «علم العلوم» أو «الدراسة العلمية  
للعلم» وهذا لا يختلف كثير عن معناه الاصطلاحي

يعرف لالاند Lalande في معجمه الفلسفي، الابيستيمولوجيا بأنها «فلسفة العلوم»،  
ثم يضيف «ولكن بمعنى أكثر خصوصية فهي ليست، بالاصط، دراسة ماهية العلمية،  
هذه الدراسة التي هي موضوع ابيتودولوجيا والتي تشكل جزءاً من المنطق، وليست كذلك  
تركب أو اساقاً للفواين العلمية (على عرار ما جعل المذهب الوصفي أو المذهب النظري)،  
ولما هي أساساً الدراسة النقدية لبيادى تحتلف العلوم، ولغروصها وتائجها، بقصد تحديد  
أصلها المنطقي (لا السيكولوجي) وبيان قيمتها وحصيلتها لموضوعية»

وأصبح أن لالاند يحرص هنا على التمييز بين لابيستيمولوجيا من جهة، وبين  
سودولوجيا وفلسفة العلوم، معهما العلم، من جهة أخرى وأوضح كذلك أنه لم يأت عن

ذكر نظرية المعرفة Gnoséologie أو Théorie de la connaissance لأنها تختلف في نظره، ولي  
نظر لغوي عام، عن لايبسمولوجيا بمعناها «النديق الخاص»

إن حرص لالاند على التمييز بين هذه الأنواع من الدراسات و الأبحاث التي تتناول  
تشكل أو ماحر، المعرفة البشرية، دليل على أن هناك احتمالاً قريباً لمحضط بينها، نظراً  
سداحيها أو متاحها بعضها لبعض إن هذا الاحتمال صحيح عاماً وصحيح كذلك أن  
لالاند قد وقع هو نفسه في خلط من هذا النوع، كان يجيره عصره، و ذلك عند حمل  
ميسودولوجية Methodologie جزءاً من منطق، مساهمة له لتقليد المدرسي الفرنسي الذي  
كان سائد إلى عهد قريب، والذي كان منطق يصنف موجه إلى صغين المنطق العام  
والمقصود منه، منطق الصوري الذي لا يهتم بمادة المعرفة، بل بصورتها فقط، والمنطق  
الخاص أو المنطق لتطبيقي؛ الذي يدرس المناهج الخاصة بكل علم كان هذا معارفاً عليه  
في عهد لالاند<sup>(١)</sup>، أما في الوقت الحاضر فقد استعبد الميسودولوجيا نفسها سحلاً لاً ناماً،  
شكل على حاصلاً هو «علم المناهج»، وأصبح منطق منطقاً واحداً، هو منطق لصوري في  
شكله حديث

وفي ما عد ذلك، فإنه ن راء من الصعب جداً إقامة فواصل أو حدود بينها بين  
لايبسمولوجيا ومختلف الدراسات والأبحاث المشابهة لها، كذلك التي ذكرها لالاند مثل  
فالغالب أن لايبسمولوجيا تتناول مسائل هي بالأصل من ميدان ايبسمولوجيا أو منطق أو  
فلسفة العلوم أو نظرية المعرفة، هي هذا بأحد الباحثين إلى القول «سواء سمينا منطقاً  
حاصلاً، أو منطقاً كبيراً، أو نظرية اليقين، أو نظرية المعرفة، أو لايبسمولوجيا، أو  
كوسمولوجيا Gnoséologie أو علم المعايير Critériologie، أو النقد، فإن البحث الذي يقوم  
به، كان هدفه دوماً، شكل أو ماحر، هو بيان شروط المعرفة البشرية وقيمتها وحدودها»  
ومثل هذا، تعريف، بفعل الانكسار والتطيان، إذ يجمعون تحت مصطلح «لايبسمولوجيا» تلك  
الدراسات المنطوية التي أشار إليها لالاند، ونظرية المعرفة والميسودولوجيا أما الأمان فهم يميرون  
في لغتهم بين نظرية المعرفة وبين لايبسمولوجيا، وإن كانوا يعنون بهذا المصطلح الآخر،  
فلسفة العلوم جميعها<sup>(٢)</sup>

ومهما يكن، فإن كلا الموقفين - التمييز بين هذه الأنواع من الدراسات التي تهتم  
بالمعرفة، أو علم التمييز بين - يمكن تبريره

إن التمييز بين موضوعات البحث الخاصة بكل علم ضرورة منهجية فالعلوم إذ  
تختلف بعضها عن بعض باختلاف موضوعاتها، أو على الأقل، باختلاف مستويات التحليل

(١) Robert Blanché, *L'Épistémologie*, que sais-je? no 1479 (Paris: Presses universitaires de France 1972) p. 2

(٢) Van Riet, *Épistémologie thomiste* 637

(٣) A. Varieux-Reymont, *Introduction à l'épistémologie* coll. SJP (Paris: Presses universitaires de France, 1972), pp. 7-8

لدي يقوم به، عدم يكون لموضوع واحداً، فلكي تكون الاليسيمولوجيا علماً مستقلاً لا بد  
هـ من موضوع واحد ومحدد

هذا من جهة، ومن جهة أخرى، يمكن تسيير مشروع علم التمييز بين  
الاليسيمولوجيا والميتودولوجيا ونظرية المعرفة وفلسفة العلوم، لكون جميعاً متداخلة متشابكة،  
بلى الحد الذي يصعب معه تقرير ما إذا كانت قضية ما من قضايا المعرفة تخص الوحدة منها  
دون السامي فإذا كانت الاليسيمولوجيا هي، كما قلنا، الدراسة النقدية، لمصادر العلوم  
ومفروضها ونتائجها بمصد تحديد قيمتها ونفعها، فإن من الصعب القيام مثلاً، بعد نتائج  
العلوم دون البدء أولاً بمحصر للمباح الذي اتع للحصول عليها وفحص المساهم هو من  
ختصاص الميتودولوجيا بالذات، كما أن نقد النتائج، وبيانها تأويلها، هو أيضاً من  
ختصاص فلسفة العلوم، وهو شيء يمس كذلك، بشكل أو بآخر، نظرية المعرفة، خصوصاً  
عدم نظر إلى هذه النتائج من زاوية مدى تعبرها، تعبيراً صادقاً أم غير صادق، كاملاً أو  
غير كامل، عن الحقيقة لموضوعه

ومع ذلك فإن الاليسيمولوجيا أحدث تعرض بها، في العصر الحاضر، كـ «علم»  
فائم لذات، يختلف من علمه وجوه، عن كل واحدة من هذه الدراسات والأبحاث التي  
أشرنا إليها ولذلك كان من المفيد، في مدخل كهذا، البدء ببيان أوجه الاختلاف هذه،  
حتى يتمكن من أن يكون لأبعد صورة وصحة، مصدر لإمكان، عن هذه البحوث العديد من  
الدراسات والأبحاث، علمياً بأن الصورة الواضحة والكافية عن علم من العلوم لا يمكن  
الحصول عليها إلا بعد لانتهاه من شعراض جميع مسائله، أو على الأقل، بعد لعدم  
أشواط بعينه في درسته

### ثالثاً: الاليسيمولوجيا ونظرية المعرفة

درجت المؤلفات لفلسفة انتقيدية على تصنيف موضوعات الفلسفة إلى ثلاثة أقسام  
رئيسية

١ - الأنطولوجيا *Ontologie* وتعني كلاسيكياً، البحث في الوجود مطلق، الوجود لعام  
المتحرر من كل تحديد أو تعيين ونعنده أرسطو «البحث في الوجود ما هو موجود» وإذا  
كانت الفطريات تدرس لوجود دعارة أحسباً متغيرة، ورياضيات تسوله من حيث هو كم  
ومقدار، فإن الأنطولوجيا تختص بالبحث في الوجود على العموم، فبحسب بيان طبيعته،  
ولكشف عن مبادئه الأولى وعنه القصوى وخصائصه العامة. مثال ذلك ما أصل الكون؟  
هل هو حادث أم قديم؟ ما حقيقة النفس؟ هل هي قديمة أم خالصة؟ وما علاقتها بالبدن؟  
وهل الإنسان مخترع أو مسبق إلى غير ذلك من المسائل المسافرة المعرفة

٢ - نظرية المعرفة *gnoseologie* وتختص بالبحث في إمكانية قيام معرفة ما عن الوجود

بمختلف أشكاله ومظاهره. وإذا كانت المعرفة ممكنة، هي أم لا، وما حدودها، وما قيمتها؟ من البحث في هذه القضايا وأمنائها، تعرّعت للذاهب الفلسفية المعروفة وبعض المظهر عن مذهب الشك الذي لا يمكن الدفاع عنه، رغم حجج الشكّك للقديس وأحدثين، فإن المذهب الرئيسي في مشكلة المعرفة هي الثانية المذهب العقلي الذي يرى أن العقل لا ركن فيه من مستعدادات أولية أو مبادئ قديمة هو وسيلة الوحيدة لمعرفة اليقينية المذهب الحسي أو التجريبي الذي يرجع معرفة كنهها إلى ما تمدّنا به الحواس، باعتبار أن العقل «مصحح بصر» ليس فيه إلا ما تنقده إليه حواسه، والمذهب الحسني الذي يذهب إلى أن نظريتين المصحح لمعرفة، خديرة هذا الاسم، هو الحسني (مع الاحتمال حول مفهوم خديرة) أم بخصوص قيمة المعرفة التي يمكن للإنسان الحصول عليها بالحس أو بالعمل أو بهي معاً، فيمكن التعبير بين مذهبين رئيسيين: «السرعة الوتوقية - الدوغماتية - التي تقول بإمكانية توصيل الإنسان إلى معارف مطلقة، يقينية يقيناً مطلقاً، والسرعة التقديرية أو النسبية - التي ترى أن معرفة البشرية محدودة بالمعطيات الحسية، وبالتالي فإنها، على الرغم من أهمية دور العقل فيها، لن تكون إلا نسبية (السرعة لكهنا بالخصوص).

٣ - ومبحث الأخير، من المباحث الكلاسيكية للفلسفة، هو الأكسيولوجيا Axiologie، أي البحث في لقيم قيم الخير والحياء، وهي الموضوعات التي يتناولها، على التوالي علم المنطق، وعلم الأخلاق، وعلم الحيات، بمعنى التقديري هذه «العلوم» التي توصف بأنها علوم معيارية لكونها تهتم بما ينبغي أن يكون، وذلك في مقابل العلوم الوصفية التي تقتصر اهتمامها في ما هو كاش.

ينصاح من ذلك، إذن، أن هناك وشائج من الفروقات بين الأكسيولوجيا والفلسفة كنهها عامة، وبينها وبين نظرية المعرفة كنهها خاصة. وإذا كان كثير من الباحثين المعاصرين يرون ضرورة التعبير بهذا استناداً إلى أن الأكسيولوجيا تهتم بالمعرفة بمعنى وحدها، في حين تتناول نظرية المعرفة بشكلها التقليدي المعروف، أنواع المعارف كنهها، فإن مثل هذا الفصل لا يحسن من العلو ولا الصواب.

نعم من الممكن دوماً التعبير بين المعرفة العلمية التي نعتمد ليس والتجارب ونستعين بالآلات لدفعه التي تكشف للإنسان عما تعجز عن بلوغه حواسه، والتي يحصل عليها من خلال المراجعة المواصله، وبين المعرفة العامة كنهها التي بإمكانها مطلق الناس الحصول عليها بواسطة حواسهم وعقولهم وحياتهم اليومية. كما أنه يمكن تمييز بين هذين النوعين من المعرفة وبين نوع ثالث يعرفه عادة بـ «المعرفة القلبية أو خديسية، أو التصرفية» وهو نوع تمسك به كثيرون، باعتباره النوع لأرقى، ونظريته المثل نوع الحقيقة.

وبعض أسطر عن هذا النوع لثابت الذي يتجاوز الإدراك الحسي وأسطر لعقلي والبحث العملي - وقد يستحق هذه الطرق ويظهر فيها جميعاً - والذي هو، على كل حال، ليس في مساوئ جميع الناس، يمكن القول إن الفصل بين «المعرفة العامة» و«المعرفة العلمية» لا يقوم على أساس متين، خصوصاً وهو حسد في الغالب على اعتبار «المعرفة العامة» معرفة

أولى دنيا، و « المعرفة العلمية » معرفة ثانية علي ذلك لأن حواسها هي وسائل الأولى والأخيرة لاكتساب هذين النوعين من المعرفة وسيلتنا الأولى لمعرفة العالم الخارجي والدخول معه في علاقات ووسيلتنا الأخيرة لتحصيل المعرفة العلمية ذاتها فإذا كانت هذه الأخيرة عبارة عن كونها تعتمد القياس والآلات، فإن نتائج القياس وما يشير إليه الآلات هو جزء من هذا العالم الخارجي نفسه، جزء من المعطيات الواقعية التي لا مسيل لنا إلى معرفتها غير الحواس إن الآلات تحتاج، مهما كانت دقتها، إلى شخص يقرأ أو يسمع أو لمس ما تسجله أو تشير إليه وبالتالي لا بد من الحواس التي تعمل وتمرر الآلات إلى الدماغ، لتتحول بعد ذلك إلى معرفة علمية

هذا، إذن، وفي إطار المعرفة العلمية ذاتها، يمكن أن نشير، بصورة أو سخرى، تلك المشاكل التي شغلت الفلاسفة منذ ليونان إلى العصر الحديث، وجمعها بعينه ما تمثله الحواس وما يدل عليه العقل، وعلاقته للعقل بالحواس، بل علاقته بالادب بالموضوع، وبمدي موضوعيه العالم الخارجي، إلى غير ذلك من المشاكل المعسفة التي كانت، وما تزال، ميدان حصد للنظر الفلسفي بل إن بعض هذه المسائل قد أثرت في ميدان العلم ذاته - ميدان الميكروفيزياء - حيث لاحظ العلماء المختصون في الفيزياء الحديثة أن طريقه القياس وأدواته تندخل نذخلاً لا يمكن التخلص منه، وبالتالي لا يمكن التعاضد عن تأثيره، في النتائج المحصل عليها، مما يجعلها احتمالية، لا حتمية، يخلط فيها الذاتي بالموضوعي إلى حد كبير وتلك إحدى قصايا الرئيسية التي نهم بها « نظرية المعرفة » الحديثة، والتي عجلت بقيام الـ « إبستمولوجيا » كعلم مستقل، كما سري ذلك بعد

هناك إذن اتصال وانفصال بين نظرية المعرفة بعدها الفلسفي العام، وبين الـ « إبستمولوجيا » بمعناها الدقيق الخاص، وإذا كان الانفصال هو المظهر البارز عن صعيد التحصيل الفلسفي المحدود، فإن الواقع التاريخي واقع تطور العلوم، قد تعرض نوع من الانفصال بينهما، نوع من القطيعة الـ « إبستمولوجية » وكما سري فيما بعد، فإن من نتائج هذه القطيعة، التي تبلورت مع بدايه هذا القرن، أن أصبح الـ « إبستمولوجيا » من اختصاص العلماء، بينما بقيت نظرية المعرفة بمشاكلها المعسفة من مشاعر الفلاسفة ودرسي الفلسفة قصايا الأولى تطرح نفسها على العالم المختص في ميدان اختصاصه وساعة عمارته لأبحاثه، أما مسائل الثانية فقد كانت وما تزال عبارة عن قصايا فكرية يطرحها الفيلسوف بمهجه التأملية أو بصريقته التحليلية

## رابعاً - الـ « إبستمولوجيا » والميتودولوجيا

إذا كانت نظرية المعرفة أعم من الـ « إبستمولوجيا »، فإن هذه الأخيرة، هي بدورها أعم من الـ « ميتودولوجيا »

والميتودولوجيا (من Methodos اليونانية، ومعناها لطريق إلى) - اصطلاح المؤدي

في ( ) هي علم المباح، والمقصود هنا مباح العلوم، والمباح العلمي هو حجة العميات العقلية، وخطوات العملية، التي تقوم بها العلم، من بداية بحث حتى نهايته، من أجل اكتشاف عن حقيقة ودراسة عليها.

وبما أن العلوم تتغير خصوصياتها، فهي تختلف كذلك بمناهجها، ولذلك لا يمكن أخذت عن مباح عام للعلوم، لاكتشاف عن الحقيقة في كل ميدان، بل فقط عن مباح عملية. إن لكل علم مباحه الخاص، يعرضه طبعه موضوعه.

هذه ملاحظته الأولى، وملاحظته الثانية هي أن الميثودولوجيا لا حجة للعمل العلمي ولست سابقة عليه بمعنى أن المختص في علم مباح فيسوف كذا أو عداً - لا يرسم لتأثير لطريق التي يجب أن يسلكها، بل إنه بالعكس من ذلك، يتبعه ويلاحق خطواته الفكرية والعملية يصورها ويحللها ويصفها، وقد يناقش ويتقدم، كل ذلك من أجل صياغة صياغة نظرية منطقية مدعياً العلم في بحث، ويجعله أكثر وعياً لطبعه عمله. وكما يقول «كنود سرنار» في العمليات منهجية وطرق البحث العلمي «لا نتعلم إلا في المحطات، حيث يكون العالم أمامه مشاكل لطبعه وحلها بوجه، يصارعها ويشتبك معها. فإن هذا يجب بوجه البحث المتدني أولاً. أما البحث الوثائقي L Erudition ولقد اعني فهي من شأن الرحالة الناصحين، ولا يمكن أن يشرأب إلا بعد البدء في التدريب على التعلم وتحصيله في معمله الحقيقي، أي في المختبر العلمي» ثم يصف قائلاً «إن العمليات الفكرية الاستدلالية لا بد أن تنوع لدى الباحث، إلى غير هبة، منظرًا لتنوع العلوم، ولتفاوت اختلافات التي يعالجها العلم صعوبات وتعقيدات. إن العلماء، وبالدات المختصون منهم في العلوم المختلفة هم وحدهم المؤهلون للتحوص في مثل هذه المسائل»<sup>٢٢</sup>

وهكذا، فإذا كانت لايسيمولوجيا تتناول بالدراسة والنقد سادى العلوم وفروضها ونتائجها لتحديد قيمتها وحصيلتها الموضوعية - كما يقول لالاند فإن مسودولوجيا يقتصر، في الغالب على دراسة المباح العملية، دراسة وصفية تحليلية، ليبين مراحل عملية الكشف العلمي، وطبيعته لعلاقه التي تقوم من الفكر والواقع خلال هذه العملية هناك إحد فرق بينهما في مستوى التحليل. إن مستوى التحليل في الميثودولوجيا، علاوة على كونها تتناول كل علم على حدة، مقصور في الغالب على دراسة الوصفية، في حين أن الايسيمولوجيا، فضلاً عن طموحها إلى أن تكون نظرية عامة في العلوم، ترتفع إلى مستوى أعلى من التحليل، مستوى البحث النقدي الرامي إلى استخلاص الفلسفة التي سطوي عليها، صميًا، لتفكير العلمي. إن من حله مسائل التي تساوق بالنقد المباح العلمية ذات، بحث عن ثغراتها وتعملي هي معالجتها. وكما يقول «جان بياجي» نحو، فإن «لتفكير لايسيمولوجي بولد دائمة بسبب «أزمات» هذا العلم أو ذاك، أزمات تشأ بسبب خطأ في

٢٢ Claude Bernard introduction à l'étude de la médecine expérimentale (Paris : Librairie delagrave, 1920). p. 357

مناهج السيفه وتعالج بكتشاف مناهج حديده»<sup>(٦)</sup> ومن هنا يمكن القول «إن  
لايستيمولوجيا هي ميودولوجيا من الدرجة الثانية»  
ولكن محدود هذه الدرجة لثانيه؟ الا يفهم من هذا ان الايستيمولوجيا وفلسفة  
علوم امثال مسمى واحد؟

### خامساً. الايستيمولوجيا وفلسفة العلوم

«فلسفة العلوم» مصطلح عامصر عائم فكل تفكير في العلم، أو في أي جانب من  
حواسه، لي مبادئ أو فروصه أو قوائمه، في نتائجها الفلسفية أو قيمته المنطقية والأخلاقية،  
هو، بشكل أو بآخر، «فلسفة للعلم» وحسب رأي مؤلفين أمريكيين معاصرين، يمكن  
التصنيف في العلم، من وجوه أربعة

دراسة علاقات العلم بكل من العلم والمجتمع، أي العلم من حيث هو ظاهرة  
اجتماعية

محاولة وضع العلم في المكان الخاص به ضمن مجموع القيم الاساسية

الرغبة في تشيد فلسفه لطبيعه انطلاقاً من نتائج العلم

التحليل المنطقي للعلم العلمية<sup>(٧)</sup>

واضح اننا هنا أمام ميادين واسعة ومختلفة يمكن أن تتراحم فيها وجهات النظر المتباينة،  
الاجتماعية منها والأخلاقية والفلسفية والمنطقية والعلمية وإذا نحن تركنا جانب مسألة  
علاقته للعلم بصاحبه والمجتمع ومسألة وضعه في إطار مجموع القيم الإنسانية، وقصرنا  
اهتمامنا على «الوجهين» الثالث والرابع، فإننا نجد أنفسنا أمام ذلك الصراع المحتدم في علم  
لتفكير المعاصر، وداحل أروقة العلم نفسه، بين وجهات النظر الوضعية (القديمة منها  
والحديثة)، لوجه الرابع، ووجهات النظر لتطوريه على اختلاف أشكاله وبيديها، الوجه  
الثالث لتبدأ إدراكنا بالعرف، بشكل موحى، على وجهات النظر هذه

(٥) *Logique et connaissance* sous la direction de Jean Piaget (Paris: Gallimard 1969) p 78

(٦) Fl. Felgi et M. Brodbeck, cité par Bianché, *L'Épistémologie*, p. 6

(٧) انظر أيضاً: كي نجيب عمود، المنطق الوصفي، ج ٢، ط ٤ (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٦٦)،  
ج ٢، ص ٣٨

## ١ - وجهة النظر الوضعية

### أ - وضعية أوغست كوت

يربط، اسم «الوضعية» Positivism بأوغست كوت (١٧٩٨ - ١٨٥٧) بقدر عاشر هذا الفكر الفرنسي في ظل الأوضاع التي أعقبت الثورة الفرنسية، فراحه ما أصاب المجتمع الفرنسي آنذاك من فوضى وتطرف، وعراة دلت إلى تهاور لأفكار وساءل كيف يمكن تحقيق الانسجام في ميدان الفكر، هد الانسجام الذي يتوقف عليه، في نظره، سحره، سحره من حدة تدارع المعواطف وتهاور الأعمال

لقد لاحظ أوغست كوت أن لاختلاف في ميدان الفكر وانظر، مع يقوم في الحالات لي بعدد فيها الأساس تفكره، عن الواقع، حيث يسود بالبحث وأبقشه أموراً لا سبل في سرورها، وانكشف عن كنهها، كالبحث في حبر مر لأشبه وأسباب الأولى وعاباب الفصوي، والذي اكتسب أو الأمر طابعاً لاهوتياً وهماً (الحالة اللاهوتية)، ثم طابعاً ميتافيزيقياً مجرداً (الحالة الميتافيزيقية) أما حينما ينصرف الفكر الشري عن هذه المواضع الفارعة ويكتف عن التأملات الميتافيزيقية، ويقصر اهتمامه على ملاحظة لظواهر والتركيز على العلاقات لي يربط بينها، فإنه توصل إلى القوي لي تتحكم في الظواهر والوقائع، وتجمع شتات وتجمعها في مسائل الأساس فيستفيد منها فكراً وعملاً هي هذه الحالة، التي تمثل أسمى مرحلة تطور الفكر الشري، (الحالة الوضعية، أو حالة الحقائق الواقعية) يحصل الاتصال ويروب الاختلاف وهذا ما تشهد به انعم الوضعية من رياضيات وطبيعات، حيث يتفنن «ساحسون، ويتعمقون، ويتقلمون ولذلك كان من الضروري، لإنقاذ الفكر الشري من ليه لدي بقي عهوداً طويلة، النظر في هذه العلوم لتعرف على مذهبها، وحصر أنواعها واستخلاص الدروس من تقدمها، ودفع هذا لتقدم نفسه خطوات أخرى إلى الأمام

بعد هم أوغست كوت تصنيف العلوم اهتماماً بالما، مرتبها حسب درجتها من لتعميم والتحديد بربلاً، ومقدار تعميمها وتشابكها صعوداً، إلى ستة أصناف (الرياضيات، الفلك، الفيزياء، الكيمياء، البيولوجيا، السوسولوجيا (أو الفيزياء الاجتماعية) أم صفة العلوم فهي، في نظره، بما مجرد تطبيق لعلم آخر، كالطب الذي هو تطبيق للفيزيولوجيا، أو مجرد علوم في لظاهرة، لا في الحقيقة والواقع، كالفلك والعلوم أما علم النفس فيس علماً مستقلاً، لأن موضوعه تنحصره الفيزيولوجيا والسوسولوجيا

وبذا كانت الدراسات التي تتناول المجتمع لم تبلغ مستوى العلوم الوضعية، ولذلك لأن لأبحاث التي من هذا النوع كانت دوماً مبنية التفكير الميتافيزيقي، أما اليوم، ومع أوغست كوت، فقد أصبح من الممكن، بل من الواجب، بمصل تقدم العلوم الوضعية، إنشاء علم اجتماعي وصفي يكون للمجتمع كالفيزياء بالنسبة إلى الطبيعة وتلكم هي المهمة الرئيسية لتعلسه الوضعية التي نادى بها أوغست مؤسس علم الاجتماع



غير أن هذه الفلسفة الموضوعية لا يمكن أن تقوم على توجه انطوائى إذا بقيت لغوياً عازلة في تخصصها، بعيدة عن بعضها، لا بدري محض في إحداها من تجري في أخرى وبدت بات من الضرورى العمل على بحث ما قد تعرض له المعرفة لعلمه من تشاؤم ونسب نتيجة المعالاة في التخصص، الشيء الذي سيعطيه عبر الفيلسوف مساهمته في نصيب نفسه فوق العلم والعبء والذي يتطاول على معارف العممية ليؤلف دويلاً ميتافيزيقياً، يحسم وجهة نظره ككس، أو رايه في إحدى التخصصات التي يتركها لعلم حاد، يكون فصيلاً ميتافيزيقية لا يجدى بحث العممي فيها شيئاً وليس من سبيل إلى سد الباب في وجه ميتافيزيقا واصحابها، سوى رشء حصص علمي حديد بصفاء إلى الاختصاصات بعائمه، يكون مهمته «دراسة لتعميمات لعلمية»، ثم ميرويت بنفسه علمية، هي «فلسفة العلوم» بالذات

يقول أوجست كوت «نتم طرفة حديده من العداء لمكوّنين كونيّاً ملائماً، وفي ذل الوقت عبر مستعرقين في استدراسات لتخصصيه في لى فرع من فروع الفلسفة الطبيعية"، يكون مهمتها، وإطلاقاً من الأحد عبر الاعتبار أخاله انراهم مختلف العلوم الموضوعية، تحديد روح كل منها، أي من العلوم، تحديد دقيقاً، وانكشف عن علاقتها وتلبيها وتحصيل جميع مبادئها الخاصة، إن كل ذلك ممكناً، في عدد قليل من المبادئ العامة المشتركة بينها، مع التأكيد نوماً متنادياً الأساسيه للمباح الوصفي»<sup>٧</sup>

ومكناً، فإن فلسفة العلوم في تصور أوجست كوت، هي عبارة عن «نظرة وحيدة تركيبية»، معاً، يلقيها نداء على جميع العلوم، وعلى القواميس التي تكشف عنها، والمناهج التي تستخدمها، والعقائد التي يجب أن تسعى إليها<sup>٨</sup>، إن فلسفة العلوم، بهذا المعنى، هي دليل العلمي الوصفي، للفلسفة الميتافيزيقية إنها ولعبرية الاجتماعية (السيولوجيا) التي أنشأها أوجست كوت، التوجهان المتكاملان لفلسفة الوصفي التي سالتى بها هو نفسه، الفلسفة التي نرى، كما أشرد إلى ذلك قبل، أن لفكر الشرى غير قادر على معرفه جوهر الأشياء لاكتشاف ما هو منها ثابت يتكرر، أي ما ندعوه «القوانين»، وبالتالي، فإن الفلسفة يجب أن تقتصر على إنشاء تركيبات من هذه القواميس لا غير

### ب - الوضعية الجديدة

وإلى جانب وصفيه أوجست كوت وأتباعه، التي كانت تشكّل في فرنسا «المدرسة الرسمية للعدم في القرن التاسع عشر»، عرفت ألمانيا، خلال نفس القرن، مجداً وصفاً ظاهرياً تزعمه العالم الفيزيائي، الفيلسوف أرنست ماح (١٨٣٨ - ١٩١٦) Ernest Mach

(٧) مقصود بالفلسفة الطبيعية هي الفيزياء والعلوم الطبيعية عن العلوم

(٨) Auguste Comte Cours de philosophie positive (Paris: Librairie Garnier Frères. ٨) s d ١ tome ١ère leçon

(٩) ليفي برون، فلسفة أوجست كوت، ترجمة محمود ماسم والسيد سوي (القاهرة: مكتبة الأنجلو

مصرية، دار نشر ١٩٦٦

لقد كان هذا الاتجاه الظاهراتي الذي يربط مباشرة بلا مادية مركلي، رد فعل عيب صد  
العسمة المثالية الألمانية (فلسفه لمطلق و «شيء في ذاته» التي حصل لواء كل من جهة  
وشينج وهيكل) من جهة، وصد السرعة ايكانيكه (التي سادت في مجال فلسفه الطبيعة مد  
يونس) من جهة أخرى

لقد عدنا مباح في برعه الظاهراته احسنه علوًا كبيراً فهو يرى أن الطبيعة، بالنسبه  
إلى الإنسان، هي حمة عناصر التي تقلبها له حوسه، ومن ثمة فإن المصدر لوحد للمعرفه  
هو الإحساس والإحساسات، في نظره، ليست «مرواً للأشياء»، كما يتوهم الناس عادة،  
بل إن «الشيء» هو، بالعكس من ذلك، مجرد رمز ذهني مركب من الاحساسات يجمع  
بامتقار رسمي ذلك لأنه ليس في لطبيعه أي شيء لا يحد عما سمي «شيء» هو محض  
تجريد، والاسم الذي يطلقه على هذا «الشيء» هو رمز مركب من العناصر احسنه أعقل منه  
التعبير الذي يعتره ونحن نعطي سب هذا «المركب ككل»، أي بعرعه برمز وحيد، حسده  
تكون في حاجة إلى استعادة جميع الانطباعات احسنه المرافقه به

وبناء على ذلك يعرر مباح أن العناصر احسنه لعدم، ليست لأشياء (أي الموضوعات  
لاديه والأحسام) بل، إنها الألوان والأصوات والصموت النسيه والأسكنه والأرمد، ويكلمه  
واحدة ما سمي الإحساسات ولذلك كان من لواحق حصر بعره لعميه وبحث  
لعلمي في معاصه ما يقبل الملاحظة، والامساع عن وضع فرصيات بظمح إلى تقسم ما وراء  
الظواهر، أي ذلك حينان الذي لا يوجد فيه أي شيء يمكن بصره أو إثباته عدياً فقط ن  
نعمل عن الكشف عن علاقات لتبعية الواقعيه التي تربط حركه لكنه مثلاً، بغيران  
«حرارة دون تخيل أي شيء حر وراء هذه الظواهر الفاصله للملاحظة وبما أن عملة الملاحظة  
هذه ترصد في نهاية التحصيل إلى «إحساسات»، فإن هذه، أي الاحساسات، هي في نهاية  
الأمر، الواقع الموحيد الذي بإمكان التأكد من وجوده

\*\*\*

على أساس هذه لرعه الظاهراتيه Phénoménisme لمعرفه في احسنه، قامت الوصفيه  
المبدئية بمحتف انجهاها ومروعها وهي فلسفه مشرة في أنحاء كثره من العالم لغربي،  
ونكيهيه حاصه في انكلترا والولايات المتحده الأمريكيه

لقد نشأت مدرسه الفلسفيه المعروفه بهذا الاسم، أول ما نشأت، في عاصمه ليمس،  
حيث شكس بعض أمانته الفلسفه فيها، وبعامه مورس شيك M. Shik وروودلف  
كاربات R. Carnap وهانس ريشناح H. Reichenbach دثره فلسفيه حاصه، عرفت  
بـ «دائرة فيس»، وأسوا هم مجلة يشرحون فيها آراءهم ونظرياتهم وقد انتقل كثير من  
أقطاب هذه المدرسه، تح صعط لسياسه الحصريه إلى بريطانيا والولايات المتحدة الأمريكيه  
حيث أسوا فروعاً لمدرستهم وفي بريطانيا وحدوا في لبيسوف بربريد B. Russell  
ومظفه الرمزي حمر مساعده وبصره، وإن كان رسل يختلف عنهم بعض لاختلاف، وكان  
رغمهم هناك هو ألفريد ح أير A. J. Ayer الأستاذ بمجمعه لندن

يدعى هذه المدرسة أحياناً بـ «الوصفية الجديدة» وأحياناً أخرى بـ «التجريبية العدمية»، كما أشهر بعض فروعها باسم «الوصفية المنطقية» أما الاسم العال بعبها، والذي يصم مختلف فروعها، فهو «التجريبية المنطقية»

هي تجريبية، لأنها كافي الدواعي التجريبية - ترى أن تجربة هي المصدر الوحيد لكل ما يمكن أن يحصل عليه من معارف عن الواقع - ليست هناك، في نظرها، أية أفكار قبية، ولا أية مداه عصبية، وبالتالي فإن القضايا التي نتحدث عن أشياء لا يمكن التحقق منها ناسخها هي قضايا فارغة من المعنى، مثل القضايا ميتافيزيقية عامة

- وهي منطقية لأنها لا توافق هوم Hume وجماعة التجريبيين لا تكفي في أنهم القائل باستحالة بلوغ اليقين سواء في الميدان الفلسفي أو العلمي لكون جميع معارفنا مستمدة من المعطيات التجريبية لحسية المتغيرة باستمرار. إن التجريبية المنطقية ترى، على عكس من ذلك، أنه بالإمكان الحصول على معارف يقينية في ميدان العلم شريطة «تعدد المصادر المنطقية» الذي هو علم استدلال صوري محض، مثله مثل الرياضيات. ولذلك يميز منطقها لوصفها بين القضايا التي تنطوي على معنى، والقضايا الفارغة من كل معنى الأول هي لقضايا التركيبية (قضايا العلوم الطبيعية) والقضايا التحليلية (قضايا الرياضيات التي هي عبارة عن تحصيل حاصل Tautologie) أما القضايا الأخرى، الفارغة من معنى، فهي كل لقضايا التي لا تنمي إلى عالم الرياضيات والعلوم الطبيعية، كالقضايا المسافرة المعروفة

هناك إذن، في نظر هذه المدرسة المنطقية المنطقية، نوعان فقط من المعارف بشرعية: معارف ترتبط بصور الفكر ومشتات اللغة، ومعارف ترتبط بمظاهر الواقع ومعطيات التجربة. ويد أن هذا النوع الأخير، أي المعارف العلمية، يزد في نهاية الأمر إلى ما يقوله عن الأشياء الواقعية، فإنه من الضروري حصار لغتها، أي حديثاً عن الأشياء، لتحويل منطقها صدم، حتى نعرف نقلمه بـ «محاصر» التجربة، من غير زيادة أو نقصان ومن هنا يصبح موضوع الفلسفة لا الأشياء نفسها، بل الكيفية التي تحدث بها عنها، مما سيحصل منها «معرفة علمية» محل لعمد النعم، لا، بل «منطقاً لعدم» - لجمع إن كارتل يشرح نفسه هذه «لعلمة نعلمية» أرهد منطق «منطق عدم»

يعبر كارتل أن موضوع أبحاث مدرسه في، هو العلم، سوء باعتبارها، واحداً أو فروعاً مختلفة. ويعلق الأمر هذا بحيل المفاهيم والقضايا والبرهان والنظريات التي تدع في دوراً، مع لعمد بالبحر المنطقي، أكثر من الاهتمام باعتبارها لطور التاريخي أو لشروط لتطبيقية، السوسيولوجية والسيكولوجية. إن هذا الميدان من بحث لم يحظ له لأن باسم خاص به، وبالإمكان تسميته بأن يطلق عليه اسم «نظرية لعدم» ويعباره أدق «منطق لعدم» ونعني بالعدم هذا، مجموعة العنايات Enoncés المعروفة، نس فقط تلك التي بصوغها لعلم، بل أيضاً تلك التي بصوغها في حجة الخارية، لأنه من غير الممكن فصل هذه عن تلك بوصف حدود دقيقة بينها. إن منطق، منطق عدم، قد أصبح يصبح يكي بحر من الفلسفة ويعتبر ميدان علمي مصبوط، يركز العمل فيه عن مذهب علمي

صادم، يستد الباب هائياً في وجه الحديث عن معرفة وأكثر عمقاً، أو أكثر سموً،  
وسكون هذا في تقديره آخر عصر ينزع من الخدع ذلك لأنه ماذا يبقى بعد ذلك  
لفلسفة؟ لن يبقى لديها إلا تلك المشاكل العريضة على ميتافيزيقيين، مثل ما هو ليس  
لأول للعالم؟ وما ماهية العلم؟ ولكن هذه ليست سوى مشاكل رائثة حالة من كل محتوى  
علمي.

وهكذا فهي حين ترغم ميتافيزيقيا أنها تهتم بـ «لاأس انبهاية» - أو الأساب  
الآخرة - و «ماهية الحقة» لأشياء، فإن منطق العلم لا يعبر مثل هذه الأمور أي اهتمام  
ذلك لأن كل ما يمكن أن يحدث به عن الأشياء والظواهر، هو فقط ما يندرج به لعموم  
الخاصة، كل في ميده. إن كل ما يمكن قوله عن الأحاسيس المتعصية والظواهر العصبية  
تختص بالإفصاح عن البيولوجيا التي هي علم تجريبي، ولا توجد سوى هذا فصص منه  
نفس الظواهر المذكورة، ولا وجود لـ (فلسفة الفلسفة) حول الحياة. هذا في الوقت الذي يمكن  
فيه، وبكل تأكيد، اهتمام بدراسة منطقية خاصة، دراسة تدور كيف تكون المفاهيم  
والفروض والنظريات لبيولوجية، إن هذا هو الميدان الذي يختص به منطق العلم.

ثم بطرح صاحب الاعتراض الفائل إذا كان صحيحاً - كي يقول المنطقه لوصفيين -  
أن كل قصة لا تسمى إلى لرياضيات أو العلوم الطبيعية هي قصة فاعية، فإن آراء  
أصحاب الوصية للمنطقه، وبالتالي منطق العلم دته، لن يكون شيئاً آخر سوى قصاص حالة  
من المعنى يجب كارتاف عن هذا الاعتراض بأن قصاص «منطق» ندخل في إطار  
الفصيا التحليلية، رياضية يقول «من أجل الرد عن وجهات النظر التي ترى الأمور بهذا  
الشكل، يجب يؤكد هنا أن قصاص منطق العلم هي قصاص التحليل المنطقي للغة  
والتحليل المنطقي للغة ما (أو النحو المنطقي Syntax logique) يقصد لنظرية التي تهتم  
بصور انصيا وعبرها من مشكلات هذه اللغة. إن الأمر يتعلق هنا بالصور، إننا نركز هنا  
معنى القصص والمنطق لألفاظ التي تتألف منها».

وفي مكان آخر يقول كريب «إن كل قصة مانع التقديم للكلمة، سوء است إلى  
الاطلون أو لخبس توم، أو كانت، أو شلح، أو جعل، سوء عمت على شئ «فلسفة  
جديدة نكائن» أو الوجود - أو «فلسفة ديانكتيكة» ندو أمام المنطق الذي لا يرحم، والذي  
يعوم به المنطق الحديث، لا كطريقه حاطته من حيث محتواها، بل كطريقه لا يمكن الدوق عنها  
منطقياً، وبالتالي حالة من الدلالة»

ينصح به يقدم أن ما ندعو إليه الوصية خطية هو قصر التفكير المنطقي عن فحص  
لغة التي تعبر بها العلوم، فحصاً منطقياً صارماً، حتى يمكن تطهيرها من تلك التأكيدات  
ميتافيزيقية التي قد نسرب إلى معرفه لعمية بواسطة لغة «عادته التي لا ماص من  
استخدامها. إن الوصية الحديثة، إذن، تنهي نهياً قاطعاً، أمكن قام «فلسفة للعلوم»

R. Carnap. 1. *Problème de la logique de la science* - traduction par Herman Vuille. (١٠)  
mun pp. 48

يكون هدفها تشييد نظرية، أو فلسفة في طبيعته والكون والإنسان، أو على الأقل تعتبر مثل هذه النظرية جيدة راء وأفكار لا تصمد أمام معبر والتحليل المنطقي الصارم»

\*\*\*

هل نعتبر موقفها هذا عن رأي لعلم الذي تنمست نادياها، وتدعي الانتهاء إليه؟

لننصر هنا على تسجيل الملاحظات التالية

من لو صح أن مطلقها وهنوع ورعتها، في آن واحد، هو رفض الميتافيزيقا ورفض الميتافيزيقا أو هوها، موقف فلسفي، وليس موقف علمي، باعتبار أن العلم لا يدي رأيه في المسائل التي تعتبرها خارج نطاقه

- وبالمثل، فإن حصرها لنظرية المعرفة في إطار المعرفة العلمية وحدها، ليس بلورة عملاً علمياً لأنه ليس من مهمة العلم ولا من مشاعته - كما يقول ملاشني<sup>٢</sup> - تقرير أو تعي ما إذ كانت هناك إمكانية أخرى لمعرفة خارج العلم. من المشاكل التي من هذا النوع هي من اختصاص نظرية عامة في المعرفة، نظرية تكون إحدى مهامها وضع المعرفة العلمية في مكانها ضمن أنواع المعارف الممكنة الأخرى

إن التحليل المنطقي للمفاهيم والمفروضات والنظريات التي تتضمنها العلم، كما تفهمه وتغارسه الوصفيّة المنطقية، تحليل صوري بحت، يستهدف استخلاص الهيكل المنطقي للغة العلم. به معنى صوري يشكل مع المنطق الرمزي Logistique، الوجهان الرئيسيان للمنطق الصوري الحديث

والمنطق، كما هو معروف، يقدم الأدلة والبرهان، ولكنه لا يكتشف شيئاً. هذا في حين أن العلم هو في حاجة إلى خيال امدح بقدر حاجته إلى لصراجه المنطقية. إن إعماله لا يمكن التحقق منه بالتجربة بل يدعى مطردة لأفكار الميتافيزيقية يمكن أن يؤدي إلى توقف العلم بتوقف الاكتشاف الذي لا بد فيه من بداعات الخيال والعقل

## ٢ - وجهة النظر التطورية

### أ - نظرية هيربرت سبنسر

تري السرعة التطورية Evolutionisme في معانيها العامة، أن الوجود الواقعي، يختلف أمره وأشكاله، من عدم اللاعصوي، إلى العلم المعصوي، فعدم لفكر والمؤسسات الانسانية، تخضع لقانون واحد شامل، هو قانون التطور وبالتالي فإن من الممكن دوماً تفسير الأشكال العليا من الواقع بالتطور الذي يلحق لأشكال أدناها

وإذ، كانت نظرية التطور قد ظهرت أوان الأمر، في شكلها العلمي الحديث، في ميدان

انيبولوجيا، مع داروين (١٨٠٩ - ١٨٨٢)، فإنه سرعان ما اكتسحت مختلف ميادين المعرفة، وأصبحت لفترة من الزمن النظرية السائدة في العلوم لطبيعية والعلوم الانسانية، على السواء، إذ عمد بعض المفكرين، من فلاسفة وعلماء، إلى تعميمها لتشمل جميع مراتب وجود من المادة إلى الفكر

وبعد كان هيربرت سبسر (١٨٢٠ - ١٩٠٣) على رأس أولئك الذين جعلوا من قسوس لتطور الخاتم السحري الذي يفسر مختلف الظواهر الطبيعية منب والاساييه فهو يرى أن قسوس لتطور قسوس عام مشترك يصدق على جميع أشكال وجود ودرجانه لقد جهد سبسر في إنشاء «فلسفة تركيبية» جمع فيها مختلف علوم عصره، مرتكزاً على مبدأ التطور باعتباره قسوساً يصمم أشتات العلوم في وحدة مسقة، بشكل «مجال «المعلوم» اندي يتألف في نظره من علوم «مجردة تجزئاً محصاً (المطلق ورياضيات)، والعلوم «مجردة» لمشخصه (الميكانيك، والكيمياء، والفيزياء)، والعلوم «مخصصة» (عندك، احيولوجيا، البيولوجيا وصمها لأخلاقي وعلم ليس وعدم الاحتياج) وإذا كان سبسر يرى كفاي التحريين - أنه من غير الممكن أن يحصل الانسب على معرفة ما خارج ميدان الظواهر، فإنه يختلف عنهم في كونه يعتقد أن «مجال المعلوم» هذا، بدلا على وجود مجال آخر، هو «مجال المجهول»، الذي يتجاوز إدراكنا، لأنه مجال المطلق وبالتالي فإن الخوص فيه ليس من اختصاص العلم أو الفلسفة (هو ينكر ميتافيزيقية)، بل من اختصاص الدين وهكذا يعتقد سبسر أن الصراع بين الدين والفلسفة ناتج من عدم الفصل بين ميدان الواحد منب وميدان الآخر، إذ كثير ما يرد للعلم أن يحل مشاكل لا محل لآل الدين، كما أنه كثيراً ما يقحم الدين في مسائل هي من اختصاص العلم أما عدم يحصر لعلم في محاله، والدين في ميدانه، فهي يتفقان ولا تختصان وهكذا فقندي، في نظر سبسر، مكان إلى جانب العلم وما الأديان الكبرى إلا تعابير مختلفة عن قوة المطلق، قوة عنة الطبيعة

وإذا تعمق هذا، فإن المعرفة البشرية، المعرفة التي بإمكان لبشر الحصول عليها ثلاثة أصناف: معرفة غير موحدة، هي المعرفة العامة، ومعرفة ناقصة الموحدة، هي المعرفة العلمية، ثم المعرفة الموحدة تمام، وهي المعرفة لفلسفة التي تجمع شات العلوم، بفصل قسوس لتطور، في وحدة تركيبية يسودها الانساق والانسجام وهكذا، فمهمة فلسفة العلوم، بل لفلسفة على الإطلاق، هي تضييق النتائج العلمية، وترتيبها في وحدة شاملة، اعتياداً على قانون التطور، الشيء الذي يضع أمامنا صورة واضحة عن ماضيها، وعن آفاق مستقبلها

### ب - المادة الخلدية

على أن البرعة التطورية م تكسب طابعها العلمي - الفسفي - العقائدي إلا مع المدية الخلدية التي اشأت نظرية كاملة عن الكور والانساب، تحمل فيها فكرة التطور مركزاً أساسياً وانقصود ه هو التطور الديالكتيكي لقائم على صراع الأصداد فالديالكتيك كما يقول لين - هو «العلم الأوسع والأعمق للتطور»، وهو علم القوسين العامة المتحركة، سواء في

العلم التجارحي أو في الفكر البشري» إن التطور في التطور الحادي الحسني يختلف عن فكرة الشائعه عنه، فهو - كما يقول ليبس - «تطور يبدو وكأنه يستنسخ مراحل معروفة سابقاً، ولكن عن نحو آخر، وعن درجة أرقى (بقي لبس)، إنه تطور تدريجي - إذا صح التعبير - لا عن نحو مستقيم، تطور بمراتب وثورات وانقطاعات تحول لكم إلى كيف»

عن أساس هذا المهم الديالكتيكي للتطور في مختلف مجالات يقدم لنا انعم م يمكن اعساره وجهه نظر داركسية - برسمية - في فلسفة العلوم بكيفية خاصه، وفي علاقته العلم بالفلسفه بكيفية عامه

يرى انعم أن الاكتشافات العلمية الحديثة، قد جعلنا قادرين على أن نتبين، بالإجمال بس فقط التسلسل بين مظاهر الطبيعة في مختلف الميادين مأخوذة على حده بل وربطت مختلف ميادين فيما بينها، وعلى أن تقدم بذلك لوحة احتمالية لتسلسل لطبيعة شكل مهجي بعض الشيء، بواسطة الوقائع التي تقدمها العلوم الطبيعية لتحريرية نفسها»

إن اسد به الجريبي للطبيعة قد جمعت حشداً من المعارف الإيجابية - انوصعية - هو من الصحامة بحيث أصبح ترتيبها مهجياً وحسب رايظها الداخلي في كل ميدان عن حله من ميادين البحث، ضرورة ملحة على وجه الإطلاو وثمة ما يتطلب، لا بلس، حاجة، تصنيف مختلف ميادين المعرفة في تسلسلها الصحيح، الواحد بالنسبة إلى الآخر ولكن علم الطبيعة لدى هذا، يتمثل إلى ميدان النظرية، وهذا تحقق لطرائق التجريبية، ولا يمكن أن يقدم الخدمه عبر الفكر النظري ولكن الفكر النظري ليس صفة نظرية إلا بالأهليه له إن هذه الأهلية يسعى بطورها وتقييمها، وبس هذا التقييم من وسيلة حتى الآن عبر دراسته فلسفه الماضي إن الفكر النظري لكل عصر، وبالسلي نعصر أبداً، هو شح تاريخي يتحد في أزمة علمه شكلاً جديداً مختلف، ومن هنا، فهو يأخذ مصوفاً جدي مختلف وعلى هذا فإن علم الفكر، مثل كل علم آخر، هو علم تاريخي، هو علم تطور التاريخي للفكر البشري إن الديالكتيكي هو الذي يؤلف اليوم أهم شكل للفكر بالنسبة إلى علم الطبيعة، إذ به الوحيد الذي يقدم عصر النماز، وبالسلي طريقة لا يصبح للعمليات التطورية التي تشاهد في الطبيعة ولربطها بالاحياء وللاتقان من ميدان إلى آخر هذا من جهة، ومن جهة ثانية، فإذا كانت معرفة التطور التاريخي للفكر البشري، مع فهمهم عن الترابطات العلمة للعالم التاريخي التي ظهرت في مختلف العهود، هي حاجة بعلم الطبيعة النظري، فونها كذلك أيضاً لأنها تقدم حكماً لنظريات التي يسعى هذا العلم أن يبينها» وإذا كان العلماء يظنون أنهم بحريرون من الفلسفه يحولهم ها أو باستكبارهم إليها فإن هذا مجرد وهم من جانبهم لأنهم «لا كانوا لا يستطيعون أن يتقدموا بلون فكرة خطوة واحدة، وبلا كانوا، في حاجة من أجل أن يذكروا، لمقولات منطقية، وما كانوا، من جهة أخرى، يأخذون هذه المقولات من غير أن يتقدها، سوء في الوعي المشترك للناس

(١٢) فريدريك انجلز، بعض غمارة، احيار وتعليق جان كاداناء، ترجمة وصفي البني (تمت)

مشرورات وزارة الثقافة، ١٩٧٢، ص ٨٣

برعوم أنهم مثقفون، هذا الوعي الذي يسيطر عليه يقاب فلسفات بيبي مد رمي بعيد، أم في تنف من فلسفة منصبة في لدروس، لاجداره (الأمر الذي يكثر بس فقط وجهات نظر محدثة، بل كذلك جميعاً من آراء أسس متعبد في مدارس شتى وفي معصم لآحيان من أسوأ لمداس)، وأما أنص في بهراءه غير منظمة وغير لانتقادية تتحات فلسفيه من كل برع، فيهم - أي لعبياء - في هذه خال لا يكونون بأقل وقوعاً تحت بر بعصفه، وفي معصم الأوقات مع لأسف، تحت بر أسوأ فلسفه والدين هم أكثر سكراناً بعصفه هم نصف عبيد لأسوأ لنقاييا بسطة لأسوأ اندهت الفلسفية ومهي بفعل لعبياء، فيهم وانعون تحت سيطرة لعصفه، والأمر هو فقط أمر معرفه ما إد كنو يريدون أن يكونو تحت سيطرة فلسفه مثله ما عني «المروسة»، أم برندون لاسبرشاد شكل بفكر النظري يسسد في معرفه تاريخ الفكر ومكتسباته»<sup>(١٣)</sup>

أما هذ الشكل من الفكر النظري الذي بسد في معرفه تاريخ الفكر ومكتسباته ودي يجب على العلماء أن يسرشدوا به، فهو مادية الحدلية بالذات، ومن ثمة فإن «فلسفه العلوم» مشروعه في لتطور الماركسي، هي نكت بي منطق أساساً من سطرر لماذي لحدي يقول فاطميف Kh. Fataliev وعندما تتحدث عن فلسفه للعلوم، فمن الطبيعي، لكي تترحد، لتفكر في أنه يجب، أولاً وقبل كل شيء، أن تتحد لعلوم موضوع تحت خاص، وأن تقوم برءه بوظفه لنهاح العام ووظفه نظربه معرفه، وأن تسمح للعلماء بالوصول إلى لقوانين لاكثر عموميه حول تطور العلم»<sup>(١٤)</sup> وغير خاف أن بقصود نالصبح لعم هاهو لدالكنت، وأن القوانين «لاكثر عموميه حول تطور العلم» هي بالذات المادية لحدية

\*\*\*

إذا كنأ في غير ما حاجة إلى تنقاد لطوريه سسر، لأب نظريه لم يعد يقو بها أحد اليوم، ولأبها أيضاً لم تحلف أي تأثير في الأوساط العلمي والمفلسه، بل تمت كب، شأها شأن لترعات لعلوميه عامه، محبفه عن العلم وتقدمه، فإن وجهة النظر الماركسية، وبالحصر من المادية خديه، قد تعرضت لانتقادات كثيرة من جانب العلماء والفلاسفة لوصعيين، سوء مهم الدين بسسون إلى «التجريبية المنطقية» التي هي بيار فكري يكن لعداء الصريح لماركسه، أو أولئك الدين يرفصون «لوصعية» شكلها التقديني - لقديم والحدث وبمسكون برع من العقلانية لبيرليه التي يلتقي في هايه لأمر مع لوصفيه ذاتها

وي أن قد استعرضنا، قبل، وجهه نظر رعباء انوصعبه الخديده، وهي وجهه نظر سهدهف أباب أنطن في لفلسفه ماركسية، فإن سكتفي هه بذكر أهم لاعراضات التي

(١٣) نفس المرجع، ص ١٧٢ - ١٧٧

(١٤) Kh. Fataliev *Le Matérialisme dialectique et les sciences de la nature* (Moscou Editions du progrès, [s.d.], p. 7



يوحدها إلى الماركسية وثبتت شعكروا « موضوعية » الدين يرفصوب لاجاء إلى « الموضوعية  
الحرية » باسم الممسك بالعلانية، على الرغم من انشائهم معها في كثير من مسطندات  
ولاهد ف

يرى هؤلاء

١ - إن مادته الحديثة حينها تطبق الديالكتيك وفوقه على المادة والطبيعة والمجتمع يكون  
كأنها تعرض على الواقع الموضوعي مصادر عقلية، أو مادية قديمة حدث لأن معادته  
لواقع الموضوعي - مادي و لاجتماعي والتاريخي معادته ديالكتيكية شيء، والاعتماد بأن  
لطيعة والمجتمع والتاريخ يحض كل مه في وجوده وتطوره للديالكتيك شيء آخر بمعنى أن  
لفرق كبير حد بين لديالكتيك كمسح والديالكتيك كظاهرة أو عقيدة، ومادته الحديثة كمسح  
وعقيدة مع

٢ - إن تطور الديالكتيكي في نظر مادته الحديثة بطور قديمي، يسير إلى الأمام، ومثل  
هذا لمون يحمل بين طياته كما يقول بعض القاد نوعاً من العائنة فهذا يكون لركيب أو  
بهي لشيء، (وهو لملاحظة لثانة من الديالكتيك ليعلي اماركسي)، على هذا لشكل ولا  
يكون على شكل آخر؟ ألسا هذا أمام نظرية نسب إلى لطبيعة والمجتمع، في تطورها، سواء  
من العائنة، وبالتالي، ألا تملق الأمر سرير عقيدتي، لا غير؟

٣ - إن موازين الديالكتيك تطر اسواق الطبعي والاجتماعي، في حين أن هذا اسواق  
سوعية، وبالمخصوص الواقع الطبعي في مستوى الميكروفيزياء، لا يحض مثل هذا التاطر إن  
تقدم العلوم الفيزيائية قد حمل العلماء إلى إعادة سطر في كثير من لأسس الفكريه ومادتي  
لنظرية التي كانوا يظنون بها قبل والكشوف العلمية الحديثة في ميدان الميكروفيزياء، لا  
تسمح بالقول بأن لأصداد تتصارع بالشكل الذي يؤدي إلى قيام سركيب ييب (بهي انهي)،  
من إنها تعرض نفسها كحقائق يح الأحدث على الرغم من سافسها، لأن كلا مه يعكس  
أو يعبر عن جانب من حقيقته<sup>(١٥)</sup>

هذا، ولا يحى أن هذه الانتقادات تصدق، أكثر ما تصدق، على «المادته الحديثة»، كما  
صاغها ستالين، لا على «راه ماركس وليين» - وإلى حد ما انعل - الدين لا يقولون بأن  
الطبيعة، خاصة للديالكتيك كما يدعي هؤلاء لقاد بل كل ما في الأمر هو أن الديالكتيك  
في نظرهم، هو نمسه حركة الفكر والطبيعة والمجتمع - الأمر بعض إذن ماكتشف الديالكتيك  
في الطبيعة والمجتمع - علاوة على الفكر - لا بمصوع الطبيعة أو لمجتمع بمواد خارجية  
هذا فضلاً عن إباحهم جميعاً على وجوب اعصار المادية الحديثة ومادية التاريخيه كمسح  
ونظرية تعني تقدم اعمره البشرية، لا كمقدمة عاجله حاضرة معلقه

Georges Gurvitch *Dialectique et sociologie* nouvelle bibliothèque scientifique (١٥)  
(Paris Flammarion 1962) pp 54-156

## سادساً الايستيمولوجيا و«الفلسفة المفتوحة»

أشهر ما فعل هيلن بي «نجاه ثالث»، يرفض لتقييد بالقيود التي يلتزم بها «التجريبية مضطمة» ويتمسك بالعقلانية و«الديالكتيك»، في الوقت نفسه الذي يرفض فيه «تتميد بمقولات لسانية لحديثة وقويين الديالكتيك لمعملي داركسي

يعنى الأمر بالمدرسة الصربية خاصة هذه التي يلتزم لتقييد لعقلاني، و«لتمتج» للبراني وهكذا، فإذا كانت الوضعية الحديثة كليا يعوز بها - «فلسفه لعدم معنفة محرم على لعلم افتتاح بعض الحق حرة»، وتعتبر مخرج عن المصدا التحليلية والافصاليا لتركيبه مجرد لغوي، أو كلام فارغ من المعنى، وبالتالي محصر المعرفة البشرية في ظواهر المجربة وصور لمكر وقواعد اللغة، وإذا كانت المادة الحديثة «تعرض مدورها - كما يرى الوصعيون بمحتف سرعاتهم - سوت من الوصاية على لعلم ولعمياء» حسب تعاليمهم بأن يستقوا بها مباحهم «علم» وسطريهم في المعرفة، وإذا كان التقدم المعني، خاصة في ميدان ميكروفيزياء، قد تحققت كثيرا من خواهر التي وضعها الوصعية في وجهه، وكشف في ذات الوقت عن «حقيقة ديالكتيكية» جديدة، هي أن الأصداد لا تتصارع في مستوى ميكروفيزيائي، لتنتهي بالضرورة إلى تركيب، بل «تتكامل» لعدم عن لحفهم بأوجهها مختلفة، «لنصفه»، كما يقول بذلك بور دعيم مدرسة كوبنهاغن إذا كان ذلك كذلك، فهذا لا يدرك الديالكتيك معنوت وفادلاً للأخذ بعده حيول؟

ذلك هي وجهة نظر «الفلسفة المفتوحة» التي نادى بها فرديناند كورث Ferdinand Gonseth، العالم الرياضي السويسري (١٨٩٠ - ١٩٧٦) وبنها وطورها غاستون ناشلار G Bacheard، الفيلسوف الفرنسي المشهور (١٨٨٤ - ١٩٦٢) شرحها في عدة مؤلفات، كما ينتمي معها، في عدة جوانب، «الايستيمولوجيا» التكوينية Epist. génétique التي يدعوها حالياً، وما يقرب من ثلاثة عقود من الزمن الفيلسوف وعلم النفس السويسري جان بياجي Jean Piaget

وعلى الرغم من أن هؤلاء الثلاثة قد استفوا ازدهم الايستيمولوجية، كل على حدة، من مبادئ تخصصهم (كورث من لرياضيات، وناشلار من لعيرياء، وبيجي من علم نفس «نطق»)، وعلى الرغم من أنهم غير متفقين تمام لاتفاق في كثير من المسائل، فإنه يمكن نقول، بصفة عامة، إنهم جميعاً من أنصار «لبات المفتوح» في فلسفه العلوم وبما أنها سلتقي آثارهم في فصول فادهم، فإنه مقتصر هنا على إشارة عذرة للأسس العامة التي تقوم عليها هذه «الفلسفه المفتوحة» بأشكال الثلاثة

### ١ - ايدونية كورث

وصف كورث فلسفه بكونه «يدونية» Idoneisme (من Idone ومعني املاءمة لهدف المرسوم)، أي لفلسفه التي تقوم على أساس ضرورة حضاغ السادي ولتتائج سحرية، مما يجعلها قابلة للمراجعة والتعديل بكمية مسمرة

وعلى العموم فإن «لديانكتيك الأيدوي»، «الديانكتيك» «الحلمي» في نظر كوبرت، يقوم على مبادئ رئيسيتين لتاليف

أ - «سلم من الناحية الهندسية على الأقل، بأن كل حصصه، أيًا كانت، هي حقيقة محتملة، وأن كل فكرة هي دومًا في حالة صيروره، وأن أية قضية، مهما كانت، لا بد أن تصل لمراجعته

ب - إن معرفة الموضوعية، والديانكتيك، لا يسبب بواسطة عملية تنظيم تطلق من مواقف معيارية ثالثة لا تغير، بل بواسطة إعادة تنظيم متواصله، تبدأ من حقل التجربة لتصل إلى إعادة تفسير المعطيات المباشرة

وتأسيسًا على ذلك، فإن الخطوة الديانكتيكية الأولى هي «تظهر المعرفة تحت صفة تجربة تتوافق معها» وهذا يعني أن الفكر يجب أن يبقى دومًا مفتوحًا، مستعدًا لتقبل أية فكرة جديدة وأنه ظاهرة تنفص مع الأفكار المسلم بها قبل ومن هناك لمبدأ أساسي في كل «فلسفة مفتوحة»، مبدأ العائنه للمرجعه Révisibilité الذي يدعو العلم إلى أن يبقى مستعدًا باستمرار لإعادة النظر في مبادئه وأفكاره ومناهجه، لأنه «ليس من الحكمة اعتبار أي قانون، مهما كان، قانونًا مطلقًا ضروريًا عامًا»

على هذا الأساس يستمد كوبرت إجابته لحدسية لأب - في نظره «تعرض على العقل خطوات معينة»، كما يتخذ الوضعية انطبعة تكونها تعتمد أنه بالإمكان معالجة صور الفكر دون إعطاء اعتبار لمبادئه أو المحتوي، والحالة أنه لا يمكن الانطلاق من نقطة الصفر في منهج المعرفة، وبالتالي فإن الصورية انطبعة مستحينة حتى ولو قصرت على حده من الرموز التي لا ترمز لأي شيء معين، وفي الوقت ذاته ترمز لكل شيء ذلك لأن في كل عملية تجريد، راسب من حدس الواقع، كما أن الإنسان الذي يدرس البحث والتنقيب هو كائن له ماضٍ معرفي، ماضٍ يقدم به الأدوات (الأفكار والمفاهيم) التي بها يبحث وينقب من أجل هذا كله كان من غير الممكن لفحص في المعرفة بين ما هو تجريبي وما هو محض عقلي فالمعرفة بطبيعتها تجريبية وعقلية معًا في كل معرفة عقلية راسب من التجربة، وفي كل معرفة تجريبية جانب عقلي يستش على الأقل في بعض الافتراضات النظرية المسبقة ذلك هو محتوى مبدأ الثباتية الذي يمسك به كوبرت في هذا المجال

## ٢ - فلسفة النمي عند باشلار

في هذا الاتجاه تقريبًا سار باشلار الذي ينطلق هو الآخر من «باب مفتوح»، فلا يقبل أي مبدأ عقلي ولا أية فكرة مسبقة ولكنه مع ذلك يعتقد أن العقل قادر على أن يقوم، انطلاقًا من التجربة، بصياغة منظومة بالمعرفة تتحقق بها - لاستخدام تدريجي، بقصر تقدم العملي والمراجعته - إدانته التي تعرضها العلم على أبعاده فالعلم يعدي العمل وعلى هذا الأخير أن يصبح بلعلم الذي يتطور باستمرار

بعد وصف باشلار فلسفته بأنها «فلسفة الـ *La Philosophie du non*» (وذلك هو عنوان أحد كتبه)، لفلسفة المؤسّسة على لعلم الحديث والتي ترفض الآراء العامة والخبرة الانتدائية والوصف البني على مجرد الخبرة. إنها الفلسفة التي تقول لا لنعم الأمن ولينطوي المساعدة في التفكير، ولا بأحد «السلطة» أي الأفكار لسيطرة على أنها أفكار بسيطة فعلاً يجب التسييم بها دون مناقشة، بل إنها تجتهد في نقد هذه «السلطة» بعد حديقاً لنكتشف عنها تعطوي عنه من نس وعموص. ولكن ذلك كله لا يعني أنها فلسفة سبه كلا يقول باشلار «والواقع أنه من الواضح أن سبه دوماً إلى أن فلسفة البني ليست من الساحة لسيكولوجية برعه سبه، ولا هي تعود إلى بني العدمية راء لطيعه، فهي بالعكس من ذلك فلسفة بناءة، سواء تعلق الأمر بـ نحن أو بما هو خارج عنا، فلسفة ترى في الفكر عامل طور عدم يحس إن التفكير في موضوعات الوقية معناه الاستعانة بما يكتسبها من نس وعموص قصد تعديل الفكر وإعناؤه وتحويل التفكير (تطبيق المديالكينك عنه) معه الرفع من قدره على إنشاء لظواهر لكامله أشبه عديم، وعن جياء جميع المتعربات المهمه التي كان لعلم، ولتفكر انساج، فد أهملاها في الدر سه الأولى»<sup>١</sup>

هذه الطريقة تصح الموضوعات العدمية عبارة عن مجموع الانتقادات التي وجهت إلى صورتها الحسية القديمة. فيسب الدرة مثلاً هي هذه الصورة التي أعطاه لها هذا العالم أو ذلك، من هي مجموع الانتقادات التي وجهت إليها. أي إلى تلك الصورة - من طرف العلماء والمختبرين للاحص. إن أهمهم لي العدم ليس الصورة الحسية المنحينة التي يقدمها هذا العالم أو ذلك، عن أشياء الطسعة، إن أهمهم هو الانتقادات وأنواع الرقص التي تلاقيها هذه الصورة من طرف العلماء الآخرين

إن «فلسفة البني» إذن، ترفض كل تصور علمي يعتبر نفسه كاملاً نهائياً، إنها الفلسفة التي ترى «أن كل مقب في مخرج هو دوماً مقال ظري، مقال مؤق لا يصف بناء نهائياً للفكر العممي». بل فقط، بناء بني على لدوام وبعدفه النظر باستمرار. ولذلك كان العلم وتاريخ لعلم لا يتصلان، باعتبار أن العلم محاولة دائمة للكشف عن الحقيقة، وأن تاريخ العلم هو «تاريخ أخطاء العلم»

### ٣ - الايستيمولوجيا التكوينية (بياحي)

أف جان بياحي، فهو يرى من جهة أن الخطأ الذي ارتكبه الفلاسفة في موضوع المعرفة والذي جعل دراهم فيها تسمى عقمة غير متحة وعدم موكبة لتطور، هو أنهم كانوا يظنوا إلى المعرفة كواقعة نهائية كاملة، وليس كعملية تطور وعمو Processus، لقد شغل «فلاسفة أمسهم دوماً، من أملاطون إلى كانت، بالسحت من ماديء أو حقائق نهائية، تقوم عليها المعرفة البشرية، ولم سلم من هذه الظاهرة لمعنه حتى العلوم الأخرى من رياضيات

Gaston Bachelard *La Philosophie du non Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*, bibliothèque de philosophie contemporaine Paris Presses universitaires de France, 1949) p 17

وطبعيات وعلوم انسانية. حيث كانت، إلى عهد قريب، تأخذ بعض المفاهيم الحديثة، كل في ميدانه، على أنها قضايا نهائية لا يجوز لشك فيها أو الطعن في صحتها. أم لوم، يقول بياجي، ويفصل تقدم العلوم، لم يعد هناك من يقول مثل هذه القضايا واليهائية. فجميع القضايا العلمية والمدتته، فذلك للمراجعة والتصحيح. هد من جهة، ومن جهة أخرى ليست هناك «قضايا فارغة من المعنى» و«الأند، بل هناك فقط، «قضايا فارغة من المعنى» حاليه» معنى أنه قد تأتي يوم يكشف فيه العلم عن ومعاي هذه القضايا، لأن المعرفة، كما هنا، ليست نهائية، بل هي تنمو وتتعدل وتتطور باستمرار.

ومن أبرز مظاهر هذا التطور الذي عرفته المعرفة وفلسفة العلوم، في عصر الحاضر، هو الفصل بين الفلسفة والايستيمولوجيا. وقد رشح، كما يرى بياجي وغيره، إلى أن العلماء قد أصبحوا يهتمون بأنفسهم بدراسة الخسب التي هم فلسفة العلوم، أو الايستيمولوجيا، كل في ميدانه الخاص. وفي هذا الصدد نكت بعض علماء نفس، وعلى رأسهم بياجي نفسه، على دراسة العلاقة بين المعرفة والنمو «سيكولوجي للمعادي» والمفاهيم الفكرية (مبدأ الهوية، وعدم التماثل، مبدأ النسبية، مفهوم العدد، ومفهوم المكان، والزمان... الخ). وكان من بين نتائج هذه الدراسات الحديثة قيام نوع جديد من «نظريه المعرفة» هو «الايستيمولوجيا التكوينية» التي هم بدراسة المعرفة دراسة سيكولوجية علمية بوصفها عملية تتغير من حالة دنيا إلى حالة عليا.

وكما تعتمد الايستيمولوجيا التكوينية - التي أسسها بياجي - على عدم نفس، وعدم نفس لطفل بكيفية خاصة، معرفة كيف نمو المفاهيم العقلية، تعتمد كذلك على اسطر قصد دراسة صورة هذا النمو من جهة مختلفة. ونسب كال نهج الذي نسعه، منهج مروج التحليل اسطفي، والنسب التاريخي - النقدي، أو التكويني.

إن مهمة التحليل المنطقي هي دراسة كيف تنقل المعرفة من حالة دنيا من صدق إلى حالة غيب من أما تحليل التاريخي المنطقي فهو يدرس كيف تترجم المعرفة الواقع الموضوعي، وبالتالي علاقه لدن بالموضوع. ذلك لأن مشكل يعرفه ليس محصوراً فقط في مسائله المنطقية، ليس مشكلاً صورياً محضاً، بل هو أيضاً مسألة علاقه الفكر بالواقع. ونسب في عمليات المعنى بطله والمفاهيم والمعاني الرياضية يمكن، بل يجب بظن بياجي، أن تعبر تفسيراً سيكولوجياً، إذ من نحن أردنا نحن نفسهم هذا تفسيراً مثاب أفلاطون، أي النظر إليها كحقائق نهائية قائمة بذاتها (مثل أفلاطون)، وإذ من أذن كذلك، نحن عتبرها مجرد أبعاد ورموز لغوية.

وإذن، فإن السماح لتكويني في الايستيمولوجيا يستلزم اسطر إلى معرفة من رونه تطورها في الزمان، أي بوصفها عملية تطور ونمو متصه ببعضها في نوع دنيا أو نهائية الأخيرة (بعدة أخرى، فإنه لا بد من النظر إلى المعرفة، أيه معرفة، من ناحية المنهجية، بوصفها نتيجة معرفة سابقة نالسه إلى معرفة أكثر تعلماً.

وباختصار، فإن المبدأ الأساسي الذي ينطلق منه الايستيمولوجيا لتكوينية «هو نفس

بدأ الذي تشترك فيه جميع الدراسات التي تسعد موضوعاً لها، وهو التصوري، وهو أنه لا يمكن الكشف عن طبيعته ووقعه حي، بمجرد دراسة مراحله الأولية وحدها، ولا بدراسة مراحله الأخيرة وحدها، بل بدراسة حركية تحولاته نفسها»

\*\*\*

كل ما يستطيع أن يشرح به من نتائج، بعد هذا العرض السريع الذي حاولنا فيه تقديم فكرة عامة عن رأي كل من كوسرت وناشلاز وبياسي، هو أن لا يستمولوج في نظريته علمه في معرفته أو «فلسفته للعلوم» مفتوحة

هي نظرية «علمية» في معرفة تكوينها يستقي موضوعاتها ومسائلها ومناهجها من العلم ذاته، من المشاكل التي يطرحها تقدم العلم على العلماء المختصين، كل في ميدان هي، إذن، تعني بالمعرفة العلمية أساساً، وتحاول أن تقدم حلولاً علمية لفصائل المعرفة عامة، مصدر ما تسمي هذه لفصائل إلى مبادئ البحث العلمي. إن الفرق كبير إذن بين نظريته المعرفة في الفلسفة التقليدية، وبين «نظرية المعرفة العلمية المعاصرة» فقد كانت الأولى من اصباح الفينسوف أما الثانية فهي من انتاج لعلماء، أو لفلاسفة مستعيرين بالتقدم العلمي في ميدان واحد أو أكثر. كلت الأولى تطمح إلى إيجاد حل لمشكلة المعرفة ككل، لكن حوائج وأبعاده مطلقة من الخبرة الحسية أو من النظر العقلي، أو منها معاً أما الأخرى فهي لا تطرح مشكل معرفة، هذا الطرح الواسع الشامل، بل تقتصر في الغالب على بحث القضايا والمشاكل التي تعترض لعلماء في أروقتهم العلمية الخاصة، وبكيفية عامة، القضايا والمشاكل لديه لأن تكون موضوع بحث علمي، أي تلك التي يمكن حصصها للاحتساب والمرافق والحقيق

وهي «فلسفة للعلوم مفتوحة»، لأنها «لا تريد» أن تقتيد بأي سبق فسمي معين، ولا تجعل من مهامها ولا من مشاغلها إقناعه مثل هذا السور. إنها تفتك بسببه المعرفة، ومبدأ «العقلانية للمراجعة» تمكناً صارماً. إن الاليسيمولوجيا بهذا المعنى، وكما يرى ناشلاز، هم بحركات لفصائل وخطأ والفشل في الميدان العلمي، أكثر من اهتمامهم بالكشف عن «الحقيقة»، «الحقيقة» التي طالما أصبح العلمانية جهودهم في البحث عنها ومن هنا أصبح لايسيمولوجيا، في نظر هؤلاء، هي «الفلسفة لشروعه»، الفلسفة والعلمية المفتوحة، الفلسفة التي تواكب العلم في تطوره وتقدمه

وهناك جانب آخر يجمع هؤلاء الثلاثة وهو معارضتهم جميعاً لدرعة الوصية وخاصة «الانحرافية المنطقية»، لكونها برعة معتقة تحصر مجالات البحث الاليسيمولوجي في النحيل المنطقي لنوع العلم. هذا في حين يرى هؤلاء الثلاثة المنهج التاريخي - النقدي، أو ما يسمى «الديالكتيك العلمي»، كل من رايه اختصاصه واهتماماته

Jean Piaget. *Introduction à l'épistémologie génétique* 2 tomes (Paris: Presses universitaires de France, 1973) tome 1 pp 18-23

وفي ما عدا ذلك، بل ويرى، من ذلك فإن أقطاب هذه الفلسفة مفتوحة»  
 يصفون في ما بينهم في كثير من المعتقدات ومبادئ وهكذا فيهم كوبرن بالرياضيات  
 أساساً، محاولاً لإرجاع المعاني الرياضية، عند نهاية التحليل، إلى التجربة، ومؤكداً على  
 العلاقة الجدلية بين لدت والموضوع، بين شخص ومجرد، فانظر إلى هذه العلاقة نظرة  
 مثالية وصعبة سقط من حسابها ارتباط سوسي وأشكاله بالوجود الاجتماعي وبممارسة  
 لاجتماعه، فيهم كوبرن ذلك، خطأ بشلار بهذه «الفلسفة مفتوحة» خطوة إلى الأمام  
 حيث أنهم ينظرون معرفة انعمية - وخاصة في ميدان الفيزياء - ارتباطاً بين العلم وتاريخ العلم  
 كما رأيت من ولكن عنه الأساسي هو أنه ينظر هو الآخر إلى تاريخ العلم نظرة مثالية، نظرة  
 تفصل الفكر العلمي عن نشاط معرفي للإنسان ونفس الملاحظة يمكن توجيهها أنصب إلى  
 جانب بياني أندي أهم - «تاريخ» المعرفة، على مستوى سيكولوجي وحده على الرغم من  
 إفراده بأهمية العوامل الاجتماعية التاريخية وهذا شيء مفهوماً تماماً، فحين يسأل بيدي أن  
 يؤسس الایستيمولوجيا على علم النفس التكويني، شيء الذي يجعل من الایستيمولوجية  
 نوعاً من سيكولوجية معرفة عموماً، وسيكولوجية مفاهيم عقلية وعملية العنصر  
 خصوصاً

وبالحقيقة، فإن مذهب لاريجي - العلمي الذي يشبه هؤلاء الثلاثة، بدرجات متفاوتة،  
 يتحرك فقط على المستوى سيكولوجي - بشلار يقوم نوع من التحليل النفسي لتطور الفكر  
 العلمي، وبياني يعني بكيفية خاصة بمسألة المعرفة لدى الإنسان المعزول، بتطبيقات من  
 سيكولوجية الطفل، في حين لا يلتزم كوبرن بصرح خاص من فروغ علم النفس، بل يسي  
 المسألة السيكولوجية الوصفية، في خطوطها العامة

## سابعاً: الایستيمولوجيا وتاريخ العلوم

إن ملاحظات السابقة نقردها إلى طرح العلاقة بين الایستيمولوجيا وتاريخ العلوم،  
 وهي علاقة مثبته متداخلة، كما سنرى بعد قليل ولكن ماذا يقصد بتاريخ العلم هذا،  
 وما هي أكثر أنواع تاريخ العلوم لتتصاق بالایستيمولوجيا؟

لؤكد مره أخرى أنه ما دم الأمر يتعلق، في ميدان الایستيمولوجيا، بالبحث في  
 الأسس التي تقوم عليها الفكر العلمي، فإنه لا غنى لنا بحث في هذا الموضوع من تاريخ  
 العلوم، بدرسه ومجمله واستعبه وكما يقول بيير سوترو<sup>(١٨)</sup> «إن تاريخ العلوم، المدروس  
 بشكل ملائم، يريد من خطوط في اكتشاف أسس التفكير العلمي ومجالاته»، إنه المقدمه  
 الطبيعية لنفسه العلوم»

Pierre Léon Boutroux L'Idéal scientifique des mathématiciens dans l'antiquité et les temps modernes nouvelle éd. nouvelle collection scientifique (Paris, Presses universitaires de France 1955)

يجري بين يدينا أربعة أنواع من تاريخ العلم

١ - هناك أولاً، لبحث الوثائقي جمع لمصوص المتعلقة بمهنية العلماء القدامى مهم والمحدثين، وعني عن البيان الصور بأن هذا لبحث لوثائقي عمل تمهيدي لتاريخ العلم، هدفه جمع الوسائل الضرورية لتاريخ العلم المطلوب

٢ - وهناك ثانياً، لعمل يدي يقوم به الشخص الذي يجمع سلسلة لنظريات والعروض العلمية لي وضعها العلماء خلال مختلف العصور ولقاء لصفه عليها «إن تاريخ العلم هدف لمعي سيكون، في معظمه، يارتك للأخطاء الأساسية وهو مفيد حد لمليلسوف ومؤرخ حضارة، ولكنه لا يفيد شيئاً رجل لعم، إلا إذا كان الأمر يتعلق بتحديد من توقع في نفس لأخطاء لي وقع فيها أسلافه العلماء

٣ - وهناك من جهة ثالثة، مفهوم حركتاريخ العلم حد شائع، وهو لتاريخ الذي يهتم بالبحث عن «وطن» لاكتشافات علمية التكرري وإذا كان هذا النوع من تاريخ مفهوم مفيد في بعض كل شعب نصيبه من الاكتشافات العلمية وإبرر مساهمته في تقدم العلم خاصة، والمعروف لتاريخ عامة، فإن هذا التاريخ الجغرافي لا يفيد في بين الأصل الحقيقي الذي قامت عليه مكتشفات العلمة مفاد مفيداً، عند لبحث عن لأصل المظفي والأساس لاليموبوحي لنظريات العلمية، إرجاعها إلى هذا الشخص أو ذاك، إلى هذا الوطن أو ذاك؟

بما إذا رجعا إلى تاريخ النظريات العلمية فمحد أن كثير من النظريات الحديثة قد قال ب، بشكل أو بآخر، بعض العلماء انتمين إلى عصور سابقة، ولو على شكل «رهاضات أو ملاحظات معرولة هذا صحيح ولكن ماذا يفيد ذلك؟ إن المهم ليس هو هذه لإرهاضات أو الملاحظات المعرولة القيمة، بل المهم - بالنسبة إلى البحث الأيستيمولوجي - هو معرفة كيف أصبحت هذه الملاحظة أو ذاك لاكتشاف جزءاً من بيه فكرية جديدة، أو عصباً أساسياً من عصرها ليس مهم هو ظهور لاكتشافات المنهجية أو العلمية ظهور الترقى أو هناك، بل المهم هو التيارات الحديثة التي نشأت عنها ومن ثمة فإن ما يشكل الخصوصية العلمية، أو الأصالة الفكرية، لشعب من الشعوب ليس هو كون بعض أفرادها قد سبقوا إلى كذا أو كذا من الآراء العلمية، بل الأصالة الفكرية لشعب من شعوب كرامة أساساً في طرائق العمل التي يعتمدونها هذا الشعب، وفي لحداب الفكرية والبيوت العلمية لثلاثة لديه»

وإذاً، فإن التعرف على تطور العلم والأسس الفكرية والمنهجية لي يقوم عليها، لا

(١٩) من مفيد أن ملاحظ هذا، على ضوء ما سبق، أن محاولات التاريخ القديم عند العرب، في الأدبيات العربية الحديثة، مارالب محاولات «وطنية قومية» ترمي إلى إبرر مآثر العرب لجزية في هذا الميدان انعمي أو ذاك ولكن لم يرق بعد إلى مستوى التاريخ لتطور الفكر العلمي العربي ككل، وبيان أسسه الفكرية ولو أنه النعية ومآثره في الحضارة العربية ككل



يمد فيه إبراز مآثر هذا الشخص أو هذا الشعب، عالمهم هو لنظر إلى النظورات العلمية في سياقها التاريخي بقطع النظر عن الأشخاص والأوطان

٤ - وهذا نص إلى النوع الذي يهتم الدراسات الأيستمولوجية من أنواع تاريخ العلم إنه لتاريخ الذي يساعد على بين لمس الفكر العلمي والذي يعتمد النهج التاريخي - النقدي، ويهدف إلى دراسة التيارات الكبرى للفكر العلمي، مع إعطاء كل ظاهرة أو اكتشاف مكانه في هذه الجازاب - بظراً إليه من رؤية لطيفة، التي تم بها - هذا لاكتشاف - والدلالة التي يكتسبها بالنسبة إلى الأبحاث التي تليه. هذا النوع من تاريخ العلم يدخل - كما تصور بونورو - فيما يمكن أن يطلق عليه «التاريخ الفلسفي للعلم»، «التاريخ الذي يربط الاكتشافات أو التيارات العلمية، لا بمختلف المفاهيم الميتافيزيقية التي استندت عليها، بل بالفكر العلمي ويتطور العلم ذاته»<sup>٢٠</sup>

وإذاً، فإن ما يهتم الأيستمولوجيا من تاريخ العلوم هو تطور المفاهيم وطرق التفكير العلمية، وما يشأ عن ذلك من فضاء نظريات معرفية حديثة

وإذا تصور ذلك فإننا نجد أنفسنا أمام مشكلة إيستمولوجية تريدنا وعياً بمدى لدخول وانتشاك بين الأيستمولوجيا وبين تاريخ العلوم، مفهوماً على هذا الشكل يتعلق الأمر هنا بتكيفية التي تصور بها تطور المفاهيم وطرق التفكير العلمية من هنا أمام تطور «مصل»، أمام بناء يشيد باستمرار، له فوق لسة، أم أب أمام تطور متقطع «مصل»، أمام بناء يشيد، ويعاد تشييده باستمرار

إن قضية «الاتصال والانفصال» في تطور العلم من القصص التي تعنى بها الأبحاث الأيستمولوجية معاصرة، ومستعرة عنها من خلال دراستنا لتطور الأفكار في العصور (الخبر الثاني من هذا الكتاب)، وحسباً لأن أن يشير إلى أن وجهه النظر القائمة على الانفصال هي السائدة اليوم، وهي ترى أن تطور المعرفة العلمية لا يسد دوماً على نص المصامير التي تحمها المفاهيم والتطورات العلمية في عصر من العصور أو في فترة من فترات تطور العلم، بل إنه تطور يستند على إعادة بناء المفاهيم والتصورات والنظريات العلمية، وعادة تعريفها وعطائها مصموماً جديداً. إن تاريخ العلم ليس تاريخاً متتابعاً، بل هو تاريخ دينامي يتنازع خاصية نوعية، وهي أنه يجب على تاريخ العلوم أن يبي موضوعه باستمرار، لأن الموضوع المتنازع الذي نجده أمامه هو دوماً موضوع غير مكتمل. إن هذا يعني أن تاريخ العلوم هو عبارة عن مراحل تحذف فيما بينها اختلافات جلية، مراحل تفصل بين كل واحد منها والتي بينها «قطيعة إيستمولوجية» وليس «نقصود» «القطيعة الأيستمولوجية» ظهور مفاهيم ونظريات واشكاليات حديثة وجب، بل إنها تعني، أكثر من ذلك، أنه لا

<sup>٢٠</sup> نفس المرجع، ص ٩ - ١٢. هذا وتجدر الإشارة هنا إلى أن كتاب برانشفيك، مراحل الفلسفة الرياضية يربط تاريخ الرياضيات بالمفاهيم «ميتافيزيقية» التي استندت عليها الرياضيات انظر

Léon Brunschvicg. *Les Etapes de la philosophie mathématique*, nouveau tirage augmenté d'un préface de Jean Toussaint Desanti (Paris: A. Blanchard, 1972)

يمكن أن نجد أي ترابط أو اتصال بين القديم والحديث إن ما قبل، وما بعد، يشكلان عالمين من الأفكار، كل منهما غريب عن الآخر<sup>٢١</sup>

ولما كانت تقطيعه لانسيمونوجية، مهد المعنى، حاصه سوعية لتطور العلوم، أي أن كان ما قبل التقطعه وما بعده مختلفان جذرياً أحدهما عن الآخر، فإن تاريخ العلوم يصبح حينئذ عبثاً عن سلسلة من «الحقائق» و«الأخطاء» المتعاقبة، لو كما قال كاسون بـ «شلال» فإن تاريخ العلم هو أخطاء للعلم، وبعبارة أخرى فإن تاريخ العلم ليس تاريخاً للحقيقة، بل هو تاريخ ما ليس العلم إياه، وما لا يريد العلم أن يكونه، وما يعارضة العلم، تاريخ العلم هو تاريخ اللاعلم<sup>٢٢</sup>

من هذا المطلق يصبح الأساد بوكندان سوشودولسكي<sup>٢٣</sup>، عضو أكاديمية العلوم (مبارصوف (بولونيا)، الفصه التي نحن بصدها، من منظور ماركسي وفي بي ملخص أثره في الموضوع يرى سوشودولسكي أن العلم ليس تاريخاً للحقيقة، بل لا وجود لتاريخ الحقيقة، والحقيقة لا تاريخ لها، نعم يمكن أن يوجد تاريخ ما هو خطأ، ولكن ذلك ليس تاريخاً للعلم، وإذا كانت الأخطاء ذات أهمية كبرى في تطور العلم، فذلك، لا لأن لها أهمية، بل لأن القوة المحركة للحقيقة ومن هنا كان من الضروري أن يهتم تاريخ العلم بالتعاقب (الاتقاء والانصال) الديالكتيكي للصواب والخطأ، أي لا بد له من الأخطاء بمسلس التطور والنمو الذي تنشأ فيه الحقائق انطلاقاً من الأخطاء، تلك الحقائق التي تصبح بدورها أخطاء تدفع إلى صياغة حقائق جديدة

ونكر كيف يمكن أن يكون تاريخ العلم لا تاريخاً «لحقيقته»، ولا تاريخاً «لأخطائه» بل تاريخ هذا وذاك معاً؟ عن هذا السؤال يجب سوشودولسكي قائلاً هذا، يمكن إدراكه من تاريخ العلم ليس هو تاريخ الآراء و«نظريات» العلم، ولكن تاريخ لنشاط العلمي الذي يجرمه الناس، وتاريخ وعيهم المرتبط بهذا النشاط. إن تاريخ العلم، بوصفه تاريخ الآراء و«نظريات»، سيكون مضطرباً إلى توجيه بحثه دوماً، نحو الآراء و«نظريات» العلم، أي أنه سيقفلص مجال النمو التاريخي للمعرفة بإقصائه من هذا المكان، ويكف عن ترداد صرامه، «الحقائق» التي انتصح ليوم أم «أخطائه» ولذلك كان لا بد من صياغة مفهوم آخر لتاريخ العلم، مفهوماً يعبر تاريخ العلم تاريخاً لنشاط العلمي للإنسان، وفي الوقت ذاته تاريخاً لوعيه الذي يشكل بواسطة هذا النشاط

إن العلم هو معرفة الواقع، هذا شيء واضح، ولكن معرفه الواقع لا تشأ في فكر بشري بوسطه كشف مباشر لشيء (شيء الواقع) بل معرفة الواقع هي نشاط إنساني، والنشاط الإنساني هو رابطة خاصة بين أفعال وأوضاع، و«نقطة» تتحوّل فيها الدوافع إلى

Suzane Bachelard «Épistémologie et histoire des sciences» papier présenté à l'XII<sup>e</sup> Congrès International d'histoire des sciences Paris - thème scientifique et technique A Blanchard 1970 tome I p 39

Bagdan Suchodolski: «Les Facteurs du développement de l'histoire des sciences» (٢٢) dans Ibid. p 27

موضوع، ويتحول فيها الموضوع إلى ذات، وهذا يعني - في مجال معرفة الواقع - أن النشاط المعرفي تحول ويعبر الواقع، وفي الوقت ذاته تحول ويعبر الناس أنفسهم إن العلم هو من مشآت الفكر البشري، هذا صحيح، ولكن صحيح أيضاً أن الفكر البشري ذاته، هو بمعنى ما من المعاني، من مشآت العلم

من هذه الوجهة من النظر يصبح تاريخ العلم هو، في ن وحد، تاريخ النشاط المعرفي للإنسان وتاريخ وعيه إن تاريخ العلم هو في ن واحد تاريخ لمعرفة بشرية، وتاريخ الرجال الذين يتعلمون معرفة العلم وهذا لا بد من توضيح فالتشاطر المعرفي للإنسان مفهوم واضح، قد يسع حتى يشمل الفن والفلسفة والعلوم وكل ما به صنع معرفي، فلا بد إذن من تحديد نوعيه لنشاط ونوعية نوعي، عدم يعلق الأمر بالعلم وحده، إن هذا لتحديد مطلوب لا يمكن أن يكون هائلاً مطلقاً، لأن حدود العلم قد تغيرت خلال التاريخ وهذا ما يلوح بده لعمد لتاريخه للعلم إن تاريخ العلم هو قبل كل شيء تاريخ فهم العلم، تاريخ لتغيير بين وبين الأنواع الأخرى من نوعي الإنسان ونشاطه المعرفي وعليه، فإن تاريخ العلم، لي يطر حدود الخاصة بالعلم، وهي معبرة تاريخية، يصم بوصفه تاريخ لنشاط لعلمي للإنسان، كل ن يعتدي هذا النشاط وبمعه، كما يصم سرورسه (سريسه وحققاته وحججته)

هكذا، إذن، يصبح تاريخ العلم - الذي هو تاريخ نشاط الناس وتاريخ وعيهم المعرفي ليس فقط تاريخ الآراء والنظريات التي يتألف منها العلم، بل أيضاً تاريخ الناس الذين يشؤون العلم والذين يكونهم العلم، يشؤون حصاره علمية إنه يصبح ليس فقط تاريخ معرفة الوجود، بل أيضاً تاريخ الوجود الذي يعلم الناس معرفته وتغييره

## ثامناً: طبيعة البحث الاليسيمولوجي وحدوده ومسألة المنهج

بعد أقصا في الحديث عن علاقة الاليسيمولوجيا بالدراسات والأبحاث المعرفية الأخرى (نظريه المعرفة، ايمتودولوجيا، فلسفه العلوم، تاريخ العلوم)، وتبين لنا من خلال ذلك مدى لاختلاف لائق في هذا الميدان بين المهتمين بهذا نوع من الدراسات والاختلاف، وهو اختلاف يوحج أساساً إلى اختلاف المنطقات والمفاهيم والنظريات التي يتساه هذا البحث أو ذلك، مما يصفي على الأبحاث الاليسيمولوجية المعاصرة طابع بديولوجي واضح

ويومض للخص مناشات الساعه بتركيزه حول ثلاث نقاط أساسية تتسمه إلى موضوع هذا البحث، الأولى تتعلق بطبعه البحث الاليسيمولوجي، والثانية تحددده، والثالثة تناول مسأله المنهج

١ - بخصوص طبعه البحث الاليسيمولوجي (أيسمي إلى عاء العلم، أم إلى عدم فلسفه) بشر أن هناك من يبعث في قطع كل علاقته بين الاليسيمولوجي ولعنه

(الفلسفة بوصفها نظيراً وعملياً وبركياً)، اسداً إلى أن المعرفة العلمية هي وحدها المعروفة للجمعية، وأن استقلال العلوم عن الفلسفة استقلالاً تاماً ومدد عهد طويل، أصبح يستلزم حذف مصطلح «فلسفة العلوم» من لقاموس الأيستمولوجي حتى لا يحبط الأمر بفلسفات علوم القديمة كـ «فلسفة الطبيعة» أو «فلسفة الحياة» أو «فلسفة التاريخ»، هذه الفلسفات بقيت كانت «سخر» على بعض النتائج العلمية لم تكرر عليها في تشييد منظومات فلسفية سامية، بعز عن وجهات نظر أصحاب، أكثر مما بعز عن لواقع الموضوعي. لا إيستمولوجي في نظر هؤلاء لا يمكن أن تصح عنه، حديراً بهد الاسم، إلا إذا تحزرت هائلاً من حدوده لفلسفه والتمت الموضوعية التامة، وإبركرب عن المساح العلمي دنه، مساح لدي يقوم أساساً على المراجعة والاحرار والحقيق، الشيء الذي يمكنها من لاسماح في لعلم والنهي سمبائعه ومبرانه

إن هذا الاتجاه، الحجة وصعي تماماً، ينتمي شكل أو باحر إلى لحرية المسطقيه التي تحدث عنها من، ولي تعصر مجال لبحث لايسيمولوجي في لغة العلم، ب موضوع لعلم، في نظره، هو «أشياء الطبيعة» اما موضوع الايسيمولوجيا فهو «الخطاب العلمي»، أي اللغة العلمية بوصفها منظومة من الرموز تتألف بعضها مع بعض وفق خطة من لقواعد، وفي استقلال تام عنها يمكن أن ترمر إليه. لقد مرع هذا الاتجاه، كما أنشأنا إلى ذلك هل سين مرع مع الظاهر انه Phenoménisme وبين المسحق لصوري الحديث، مرجاً يهدف إلى التعبير عن الحقائق العلمية بواسطة رموز انطو الرياضي قصد صياغها بدقه ووضوح، ورعية في تجب التعمير لكلامية المعتاده، بي كثيراً ما بدأ حلها اخو وكتفها الموض وبهه لطريقه استطاعت التحريره المسطقيه والمدارس المتفرعة عنها أن تدخل إلى ميدان لايسيمولوجي لع المسحق الرمزي، مما أضفى عليها مزيد من الدقة والوضوح عن لأقل في المدارس التي تختص هذه المدارس باحث فيها

وللى جانب هذه البرعة لوصفة - أنظمة امشرة في انسلاد الأيكوسكسوب حاصه يقوم نماهات يستيمولوجيه أخرى يريد أن يجعل من الايسيمولوجيه نكيهيه أو سحرى، انديل لعلمي لنفسه التقيديه، أو عن لأهل انطويه العلميه مشروعه في سمره وإدا كانت هذه لانجهات تؤكد في العال لاوضعها لعدم حصرها مجال البحث لايسيمولوجي في «التحليل المسطقي» لعنه العلميه من حجه ولاهتمامها بعد مائى العلوم وفروضها وبالحه نقداً «ديبنكتيكياً» من حجه أخرى، الشيء الذي يجعلها يلتقي شكل أو باحر مع البرعة انطويه، فإب مع دنت تقى داف طامع وصعي من حيث بها بعز المعرفة العلميه وحدها لمعرفة حبيبه وبالتالي تعهد في «لاشروعه» أنه نظريه تحاور أن تجمع شات الحقائق التي تكشف عنها العلوم لمختلفه في منظومه واحده تكون بمثابة إده علميه شامه وعامه عن ايكوب والاسناد، عن سطيمية ونحسح والتاريخ - ومن هب يمكن أن يسين لوحه الايسيمولوجي في لأبحاث الايسيمولوجيه الحديثه ومعاصره وهو وجهه ستتصح ب فيها بعد، بعض قسماته ونجعيده

٢ أما بخصوص حدود البحث الأيستمولوجي وفي إطار هذه البرعة الوصعية داتها،  
يمكن التمييز بين اتجاه صيق معلق، واتجاه مرن متمتع، بين دعاة الأيسيمولوجيا الخاصة  
(أو الداحلية) وبين أنصار الأيسيمولوجيا لعامة

إن أصحاب الاتجاه الأول يفتضون في الغالب من كون لعصاب ومشاكل مبدئية أو  
منتهية، التي تخص علماً من العلوم، قد لا تخص بالضرورة علماً آخر، بل إن العكس، في  
نظرهم، هو الصحيح، فمشاكل الرياضيات ليست هي مشاكل الفيزياء، ومشاكل البيولوجيا  
ليست هي مشاكل العلوم الإنسانية إن محاولة الجمع بين قصاي العلوم المختلفة في إطار أو  
نفس الأيسيمولوجي واحد - هو في نظرهم عمل فاسي قد لا يستفيد منه العلماء كثير في  
حل مشاكلهم الدفعية الخاصة، وإن يفتح الباب للاستعمال الفلسفي للعلم، ولذلك فهم إذ  
يحرصون على أن يحتفظوا للأيسيمولوجيا بطابعها المعني «لخالص» يحول على عدم التقيد  
بأية نظرية أيسيمولوجية عامة، فكأن الأيسيمولوجيا في نظرهم لا تختلف عن البودولوجيا  
إلا بعدد ما يكون التحديد أكثر عمقاً والقد أكثر صرامة

أما أنصار الأيسيمولوجيا العامة فهم يرون أن هذه البرعة العدمية «الصيف لا بد أن  
تصطلم مشاكل تعرض عليها توسيع دائرتها، فمشاكل التي تعرض علماً من العلوم، كثيراً ما  
تكون هي نفس التي تعرض علماً آخر، علاوة على أن العلوم بعضها متداخلة مشاكلة تقوم  
ببب علاقة لا يمكن تجاهدها، بل إن الاتجاه السائد، «الاتجاه الذي يحرص نفسه، هو لتأكيد  
على وحدة العلوم وتوقف بعضها على بعض، فالفيزياء مثلاً أصبحت مدمجة في الرياضيات،  
والكيمياء مرتبطة أشد الارتباط بالفيزياء والرياضيات معاً، مثلي أن البيولوجيا ملتزمة إلى حد  
كبير بالكيمياء أما لعلوم الإنسانية فإن فصل بعضها عن بعض فصلاً هائلي ليس سوى  
عمل تعسفي لا يساعد فقط على تقدم المعرفة البشرية في الميدان الأساسي لقد أصبحت  
وحدة العلوم حقيقة واقعية، ومكفي أن نل نظر إلى العلوم الحديثة التي «تتس» باستمرار في  
تقوم العلوم القديمة، مثل البيولوجيا الكيميائية، والفيزياء لرياضية وعلم النفس البيولوجي،  
وعلم النفس الاجتماعي، وعلم النفس البيداغوجي

هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن معاشه الفصائيا ومشاكل الأيسيمولوجية الخاصة  
بكل علم من تكون مثمرة إلا إذ تم تحديثه ولنظر إليها من عدة زوايا إن عدا المطلقية  
المحص وحدده لا تكفي، بل لا بد من «المحو» إلى علم النفس وعلم الاجتماع وتبريح  
العلوم وبكيفية عامة فإن الأيسيمولوجيا في نظر هؤلاء، لا يمكن أن تصبح علماً قائم  
الذات، مستقل الكيان إلا إذا سدت عن مبدأ «وحدة العلوم»، شيء الذي سيمده  
بموضوع خاص ويجعلها تتوفر على درجه ما من لتعميم وقد قيل «لا علم إلا بالكل»

٣ وإلى جانب هذا الاختلاف حول حدود البحث الأيسيمولوجي من حيث الانساع أو  
المصيق (أي حدود الموضوع) هناك اختلاف آخر بين الباحثين لأيسيمولوجيين حول نوعية  
التحليل (أي اختلاف حول المنهج) ذلك لأنه لما كانت «الأيسيمولوجيا» هي بالعرف دراسة  
مادية العلوم ومروصتها ونتائجها دراسة معديه فإن دراسة يمكن أن تسول

لعلوم، كما هي في مرحلة ما من مراحل تطورها، أي دون النظر إلى تاريخها، - كما يمكن أن تتأوها من خلال سياقها التاريخي، التطوري فيكون هكذا أمام سوعين من الدراسة دراسة سائكرونية Synchronique قائمة على التزامن ودراسة دياكرونية Diachronique قائمة على التطور، وعصاره مباشر، يمكن التمييز بين منهج التحليل المباشر ومنهج التحليل التكويني

إن منهج التحليل المباشر هو المفضل عند أصحاب الوضعية المنطقية التي تعنى بالتحليل سطحي منه - كما أنه منهج سار عليه بعض العلماء الآخرين من أمثال هري بوانكاريه فقد هم بوانكاريه بعدة فضاء التسميولوجية، فدرس العلاقة بين الرياضيات والمنطق، وطبيعته لاسدلال لرياضي وعلاقة بين المكان الهندسي والمكان الحسي، وبحث في القيمة الموضوعية لعدم تناو منه مسائل كنه وأمثال دون الرجوع إلى ماضيها أو مراحل تطورها بل قصر على تحليلها ومناقشتها ونقدتها، كما كان في عصره

وإذا كان المنهج التحليلي مباشر قد لقي رواجاً كبيراً عند كثير من العلماء، وبخصوص عند أصحاب الرعة لوضعية، فإن منهج لثاني، منهج التاريخي والتكويني قد تحتفظ بأهميته عند علماء آخرين، خاصة ذوي الرعة الفلسفية منهم

وأنواع من الدراسة البعدية للعلوم تحتاج، لكي تكون دقيقة وشاملة إلى الرجوع إلى ماضي لعلم ذاته، خصوصاً والموقف هذا يتطلب في أحيان كثيرة عقد مقاربات بين الأسس ونظائرها القديمة، والأسس والمفاهيم الجديدة. إن معرفته، سواء كانت علمية أو فلسفية أو «عامة» هي ذات طبعه تاريخي دوماً ولاستيمولوجية التي نريد أن تكون نظرية علمية في معرفته لا تلتزمها من تاريخ العلم، مدرسه، لا لدنه، كما يعمل المؤرخ، بل من أجل لاسرشارده ولاستفادة منه في فهم المشاكل المطروحة في الحاضر، لأن التحديد لا يهم إلا بالمقارنة مع القديم، والحاضر لا يتصور إلا بالمضي

وبعد، ففعل التاريخي ببناء، بعد هذا العرض العام لذي ساوفا فيه علاقة لايتيمولوجيا بالأنحاث المعرفية الأخرى، فمثلاً وما هي لايتيمولوجيا بالصسط\* وبانكاريه أن يجب فائس إله كل بحث لأنحاث معرفية، مطوراً إليها من رواية معاصرة، أي من خلال مرحله انبراهه لتطور الفكر العلمي «عسفي» إن لايتيمولوجيا هي «علم معرفة» وقد أن لمعرفة هي علاقة بين الذات المعرف والموضوع الذي يرد معرفته، فإن لايتيمولوجيا هي «علم» لذي عتم بدراسة هذه العلاقة التي هي عتمه جريصل بذات الموضوع، والموضوع بالذات، بل حصر بحث الذات من خلال انعكاس الموضوع ويحلل الموضوع من خلال فعل الذات فيه

إن هذا لتأثير المتباد واستمرار الذات والموضوع يجعل بعلاجه يهيئ (وبالتالي معرفه) عاده عن عملية تاريخية مسلسلته، تتطور وتطور وتطور وعي الاساس من خلال نشاطاته محتفه، وفي مقدمتها نشاطه لعلمي

إن الأساس في معرفته هذا العلم من خلال نشاطه لعمله وُدهي ؛ وبناءً على  
 قيمته لإنسان بواسطة هذا النشاط هو ما نسميه لعلم - و المعروف أنه فحص عمليه بناء  
 نفسها (تسمي مرحلتها) بعد سائرها ، بأن مدى دربط آخر لها ، عبارة الكشف عن قوسها ،  
 صياغتها صياغة معممة ، محاولة امتداد نتائجها (بح) ، فبحث ما شكل موضوع  
 لا يستلزم وجود

ومن هنا يتضح ب مدى وساطة الاستعماريات بالأنشطة معرفية بني سراب بيها ،  
 ومدى كبرها عند ، في ن و حد

هي مرتبطة بسطح من حيث ب كلفن بدرج شروط معرفته الصحيحة ، ولكن  
 تختلف عنه من حيث ب كلفن معنى بصورة معرفه فقط ، في حين أن أهم بصورة لمعرفة  
 ومادتها مع ، وبالأخص بالعلاقة القائمة بينهما

وهي مرتبطة بالمدى بوحج من حيث ب سائر مباحث العلوم ، ولكن لا من ب ر و  
 الوصفية بتحسينه وحسب ، بل أيضاً ، وبالأخص ، من ر و ب نظرية وتركيبه

وهي مرتبطة بنظرية المعرفة بمباحث العلم من حيث ب بدرج طرق اكتشاف لمعرفة  
 وطبيعتها وحدودها ، ولكن لا من ر و ب تأمل نفسي الخرد ، بل من ر و ب فحص معرفة  
 العلمية والتفكير العلمي وفحص علمياً وفقدان قوامه لاستقرار ، والاستنتاج مع

وهي وتلعب الصلة بتاريخ العلوم من حيث ب بدرج ب بح بعلم ، ولكن لا  
 بداته ، بل من ر و ب سلسلة لنمو لها على اشترية ، لتكويه خاصه ، بحث لها عنية لي  
 هي عباره عن حقوق امكانيات بذات في فهم العلم وبغيره ، والتي تحقق مكاسب وعي  
 بذات نفسي ، وتقدرتها وحدودها

ب ، ذات فلسفه لعلم ، فنون فنون امركه التي يجب هذا العلم في سياق نظوره  
 وتقديمه ، ومن هنا طبعها بعلمي ، ونوع بنسقات التي تقوم خلال كل مرحله و غصنها  
 مباشرة ، والتي تحاول كل منها سعيها للعلم لفائدتها ، ومن هنا طبعها لا يديولوجي ،  
 ب عار ب لفلسفه هي الصبه الايديولوجية الرئيسيه لي بعكس شكل مجرد ، روح العصر  
 بسعة الأوضاع لعلمه اسائنه مع

سفل إذن إن الاستعماريات ندرس ونقد وعي الانسان بالعلم - ي فيه هو نفسه -  
 وعنه مؤسس على أكثر قدر ممكن من موضوعيه ، ولكن الخالص ، في الواقع ذاته ، بمرحله  
 لإنسان كفرد في مجتمع ، شيء الذي يجعل وعنه انعكاس ايديولوجيا لواقع العلم ومن هنا  
 بحث الصيغه الاندسوجيه بني لا بد أن نعنيها ، صرحه أو صمت ، كل بحث  
 بيمزويحي

نفس كلمه أخره حول عنوان انكشاف بعد كد عو به في الأصل مدخل إلى  
 لا يمتثل لولوجيا وكما ، تأت في آخر حصة نسميه مدخل إلى فلسفه الموم ، بغيراً لنقل

المصطلح لأول مرة على النمط العربي هذا والتوضيح السابق كقوله يجر له كن يس في هذا  
لصدد، فضلاً عن أن عنوان بعض النصوص في كتاب دراسته ونصوص في  
الأنموذجية المعاصرة





القِسْمُ الْأَوَّلُ

تَطَوُّرُ الْفِكْرِ الرَّيَاضِيِّ وَالْعَقْلَانِيَةِ الْمِعَاصِرَةِ



## تقديم

لا يتعلق الأمر هنا بالتاريخ للرياضيات ككشوف و بحارات وإن كنا سنعطى في سياق «معرض» إلى الإشارة إلى هذا الكشف أو ذاك، بل كان به من شأن كبير في لتطور اللاحق للفكر الرياضي كله

بما سمح في هذا القسم هو تنوع مسار التفكير الرياضي ذاته كيف يفكر رياضيين، وهم يفكرون؟ وما أن الرياضيات قد طُلت على الدوام - وما زالت - النموذج الأعلى للمعقولية، فإن الأمر يتعلق بكيفية عامة تتسع بطور التفكير العقلاي، من أفلانوط وأرسطو إلى العصر الحاضر، وذلك من خلال تطور الفكر الرياضي موضوعاً ومهجعاً، غير عمية بطوريه متسلسله، عامه وموصله

\* \* \*

يقال عادة يتميز علم ما من العلوم، عن بقية العلوم، بموضوعه ومباحته، وأن طبعه الموضوع يحدد طبعه المباح وهذا صحيح بكيفية عامة، ولكنه غير صحيح صحة مطلقة وإذا شئت لتطر إلى تطور الرياضيات من هذه الزاوية أمكننا لقول كانت الرياضيات الكلاسيكية تتميز بـ «التعمير» بين الموضوع والمباح، وأن لرياضيات الحديثه تتميز، عن الرياضيات الكلاسيكية، وعن بقية العلوم، بدمج الموضوع في المباح، والمباح في موضوع

موضوع الرياضيات في الفكر الرياضي الكلاسيكي هو «المقادير القابلة للقياس»، أي المقادير الكمية التي تصف صنفين كم منفصل (حساب) وكم متصل (هندسه) وكلاهما في التطور الفلسفي الكلاسيكي - يرجع إلى معطيات أوليه، أي إلى أفكار فطرية تشكل «المحتوى» الخاص بالعص

والمباح الرياضي - في الفكر الرياضي الكلاسيكي دوماً - كان يقوم، سطرأ لطبعه بموضوع على الحدس والاستنتاج حدس «الحقائق القديمه» و «الأفكار الفطريه» واستباح

حقائق جديدة من ذلك الحدس يمتد بالرياضيات بعصر العصور، والاستنتاج بمسحها  
لنفسك مطفي

طلب لرياضيات على هذا لشكل - ومعها لتفكر العقلي اعطاني كنه - إلى أن أدى  
ثمها بدخني إلى نام «أزمة» عرب - «أزمة» لأسس، وهي في الحقيقة ووضح أزمة عمو،  
أزمة تحقيق لوحده العصوره لرياضيات وحده موضوع، ووحده انبهاج رد انكم فتنصل  
في لكم مفصل والاستعاء بالاستنتاج عن الحدس

لكن هذا التروع نحو لوحده سرعان ما اصطدم بعقبات حطمة

من جهة أدى التطور بالرياضيات إلى تجاوز ما يقبل القياس إلى ما لا يقبله  
وأصبحت تدرس لكم والكيف معاً، فتعددت بدت فروع الرياضيات، وأصبح التعدد يهدد  
لوحده، والأصكاك يطعن على نهاسك فعددت أنواع «الكثافات» الرياضيه، منها ما يمكن  
أن يوجد له مبدل في الواقع، ومنها ما هو من سج الخيال محض

- ومن جهة أخرى مبادا خبر على الهندسة، وطعن المطلق على الآخر، وصححت  
الرياضيات مهتدة بالعلم إلى المطلق، كما بشيده أرسطو، يقوم على القياس والعباس  
الأوسطي، كي لاحظ الفلاسفه منذ قرون، قياس أو استدلال غير مسج لأن لنتجته  
منصبة في المقدمات، فهو ستمثل الرياضيات التي انبزلت دوماً بالخصوصيه، هذا المصير الذي  
يجعل منها مجرد عمارت تكررية أو «تحصيل حاصل»؟

لقد كان رد الفعل عويلاً، ومع رد الفعل انقسام وقرقة «يقسم الرياضيون إلى فريقين  
كثيرين حدسيون ومطعمون لكل لعتنه الخاصه، فصعب لتفاهم، بل ارداد سوء  
انتباههم وستمحل الخلاف وكان ما يسمى بـ «أزمة الأسس»

\*\*\*

كانت «أزمة النمو» في بدايتها، مع بداية هذا القرن وبنت في الحضيض البداية لمكتمة  
لرياضيات الحديثة لكي يلمع الآن مرحلة النضج مرحلة عثقت فيها «لوحده العصوره  
بين الموضوع وانبهاج، بين الأصول والفروع ومع قسام الرياضيات الحديثة بدأت  
ارهاصات لعقلابه حديثه تختلف عن العقلانية الكلاسيكية احلاف الرياضيات بعصره  
عن رياضيات القديمة

- لم تعد لرياضيات تدرس ما يسمى بـ «الكثافات» لرياضية لقد انصح الآن  
لرياضيين أن «الكثافات» لرياضي «شيء» لا وجود له، وبداي أصبح الحديث عن «أزمة  
الأسس» نوعاً من المصو لقد نبين أن مشكله الأسس مشكله دائمة! لأن البحث عن  
الأسس نافعي لتقنيدي للكلمه معناه لبحث عن «محوري» عقلي ثابت

م بعد موضوع الرياضيات هو تلك الحقائق البديهية التي جعلت منها العقلانية  
كلاسيكية مركزها، و«عمتها الصعبة»، إن موضوع الرياضيات هو العلاقات، وبكلمة

أخف: لبيان، وبالنحو من الكائنات إلى نبات صبر و صفا أو فروع: لبيان  
نسب فروع مستقيمة، وإنما هي أشكن من نباتات مجموعها خصائص حرة هـ مشتركة

و بعد از این امر با صی صبا حیدر و ششاحتی با صی صیدیه نکهه سبناح  
 بل اصبیح عباره عن حیدر من الاحراء و انجولاب تجري عن نكث سبناح لم يعد  
 لاسبناح عباره عن لكشف عما هو منضم في المقدمات بل هو حیدر احراء تجري  
 عن محطی م لاسبناح حیدر منه هیست اسبناح مسأله تحصیل حاصل أو عود  
 نکر بل هی تحصیل حاصل حیدر من تحصیل قديم إذا صح هذا تعبیر

نعم يجب العلاقة بين المنطق والرياضيات وطيله جداً ولكن، لا ينبغي سري  
فهمت به هذه العلاقة في أوائل هذا القرن ثم تمت الرياضيات ترتد إلى المنطق، وإذ أصبح  
منطق مجرد لغة يستعملها الرياضيون، تماماً مثلي يستعمل سائر لغة من لغات قبل أن  
تصبح موعدهم الحيوية، وبذلك حلت مشكله لصراع بين المنطق والرياضيات، لقد  
متصت الرياضيات المنطق، منطق الفلسفة، وأصبح المنطق، إن لم يكن كله فجته، ونظرية  
في لسانيات منطقية، أي نظرية في بعض الجوانب خبرية.

وهكذا، فهو سطره لبيان الأوليه حصف لرياضيات وحدها ووحدته الوصوع، ووحدته المنهج، ووحدته الوصوع والمنهاج معاً. لقد تمكنت أخيراً من تحقيق وحدة الفكر وصياغة لغة مشتركة لمختلف الـباب، إنه يظهر من مظاهر التصادم الفرائع الذي حققه الفكر بشري في هذا الزمن

ومع تحول من الكتاب إلى البيئات، وبانحصار الرياضيات بملطق، أصبح  
انفسه الرب صية من احتصاص لرياضيين أنفسهم إنه تحول سد الوفاء في وجه  
المنسوف وأصبح صفا عليه الاطلا له عن ما يجري في المخواب الرياضي إلا إذا دخل  
البواب من أبواب إلا إذا تحول هو نفسه إلى علم رياضي

ومع ذلك، بل بسبب من ذلك، أحد الفكر العلمي يتمس لحل لكثير من مشاكله  
الغريبة بفصل محركات الفكر العلمي وأصبح أمام نظرية في المعرفة حدين وعمية  
تتمثل فيهما - أو تكاد - وحدة الرؤية فالنتج نتائج التقدم الرياضي مع نتائج التقدم في  
مبادئ أخرى، كالصبراء وعلم النفس وعلم الاجتماع وأصبح التأويل الذي يعطيه  
لرياضي لشكل المعرفة قريباً جداً من ذلك الذي يقدمه العالم المصري، والعالم  
السيكولوجي وبذلك أحدثت تتحقق، شكك اعين وأشمل، وحدة الفكر البشري  
أسدع الخلائ

ذلك باحتصار القصة التي تحكمها باقتضاب قصور هذا الجزء الأول من الكتاب، قصة  
محورها لفكر لرياضي وتطوره وصيحي، وآخره الذي نفس القصة، ولكن من خلال  
محور آخر محور الفكر العددي - العبراني - وتطوره وأبعد أن يمكن في المستقبل من  
حكايه نفس القصة، ولكن من محور أكثر التواء وأشد تعقيداً محور الانسان وعموم  
الانسان



## الفصل الأول

# الرياضيات الكلاسيكية

### أولاً: الهندسة والحساب عند المصريين والبابليين

يمكن لقول بصفة عامة - وفي حدود معرفتنا الحالية - إن الرياضيات، كما نعرفها اليوم، أي نوصفها عموماً نظرياً محضاً، لم تظهر عند اليونان، وخاصة عند فيثاغورس ومدرسته (لقرن لسادس قبل الميلاد) أما الأساس الذي بنى اليونان عليه مبرهناتهم لرياضي نظري فهو، بدون شك، الرياضيات التطبيقية التي عرفت لها مصادر الشرق القديمة، خاصة منها الحضارة المصرية والحضارة البابلية

بعد نشأ عجم المساحة والهندسة والحساب في مصر الفرعونية تحت ضغط حاجات اقتصادية واجتماعية إن قياسات وادي النيل دفعت المصريين القدماء إلى ابتكار طرق وأساليب هندسية لتحديد مساحات الحقول وتنظيم برارعه ولري، كما أن اهتمامهم بالأممات جمعهم يتقدمون في استعمال الخطوط والحساب وقد انعموا بالثورة حساب عن أن المصريين القدماء كانوا يعرفون كيف يستخرجون مساحات بعض الأشكال هندسية، حتى تلك التي تتطلب القيام بعمليات معقدة نوعاً ما (مساحة نصف الكرة، حجم جذع هرم ذي القاعدة المربعة لشكل، المثلث متساوي الساقين، خاصية أوتار في مثلث القائم الزاوية الخ)، كما أنهم كانوا يستعملون الكسور، خاصة منها التي سطرها العدد واحد (كما يرددون الكسور كلها إلى كسر بسطه العدد واحد) ويحللون عمليات الأربع معروفة (علوا على صعوبات الضرب ولقسمة بردهم على التولي إلى الجمع والطرح، وكانوا يبدون للجمع ساقين تنحان إلى الأمام، وإلى الطرح ساقين تنحان إلى وراء وينسوي علامة =)، هذه علاوة على تمكنهم من حل معادلات من الدرجة الأولى

(\*) معي بالرياضيات الكلاسيكية، الرياضيات منذ نشأها وخاصة منذ فيثاغورس، إن ظهور الهندسة اللاأويلية في منتصف القرن التاسع عشر



وتدل بعض الأبحاث الجديدة أن الرياضيات كانت متقدمة عند البابليين. ولقد استخدموا الحساب وهدسة في دراسة حركات الكواكب ولحوم وقياس الزمن، وفي تنظيم الملاحة وإصلاحه وشووب الري. ويوصلو إلى قياس السنة من محيط لدائرة وقطرها. فيات بعريب - إلى حل معادلات من الدرجة الثانية. من بعض الأبحاث الأحدث عهد، يشير إلى تقدم كبير في هـ المجال، خصوصاً عندما بين أنهم كانوا قد توصلوا إلى حل معادلة من الدرجة الثالثة.

كل ذلك يدل على أن المصريين والبابليين قد عرفوا أو تنكرو كثيراً من الموضوعات والصيغ الرياضية، وفاموا أسس دلالات عالية مسحيين ورسوم الهدسية، مما يوحي بأنهم كانوا يمارسون البحث الرياضي النظري إلى جانب التطبيقات الحسابية والهدسية التي برعوا فيها إلى حد كبير. ولكن ما وصلنا من هذه الممارسات الرياضية على الصعيد النظري قليل جداً، فليس تتوفر إلا على نك قليلة معثرة وحالات حرجية لا يضمها سن مكافئ، ولكن ليس من المستبعد - كما يقول بعض الباحثين - أن تكون وراءها نظريات وصور رياضية مهمة لم نوصول إليها.

## ثانياً. الرياضيات النظرية عند اليونان

إن هذا الصعف الذي لاحظناه في إخوان النظري في الرياضيات المصرية والدولية قد يعكس واقعاً حقيقياً، وقد يعكس فقط بعض معلومات الحالية، الشيء الذي يبرر - على كل حال - القول بأن اليونان كانوا أول من اتخذ من الرياضيات علماً نظرياً بحثاً.

نعم إن اليونان لم يتكروا كل شيء، لم يشنوا الرياضيات النظرية من عدم. بل إنهم نقلوا معلوماتهم الرياضية الأولى من المصريين والبابليين وشعوب الشرق الأخرى (من المعروف أن فيثاغورس وأفلاطون قد ربا بلاد الشرق ونعلا فيها، كما يرى ديوفريطس وتعلم في مدارس شرفة، بل إن مدارس منطقية وساموس اللتين نعلم فيهما، على التوالي، كل من طاليس وفيثاغورس، كانت مدارس شرقية)، ولكن مع ذلك، هناك فرق شاسع بين الرياضيات التطبيقية التي وصلنا من حضارات الشرق، والرياضيات النظرية التي ورثناها عن اليونان. هناك انفصال بينهما، أو على الأقل مراع في معلوماتنا الحالية يصعب ملؤه الآن.

بحق هذا الانفصال، أو القطعية، في ظهور مفاهيم أساسية لم تكن موجودة من قبل، مفاهيم قام، ولا يزال يقوم، عليها البناء الرياضي النظري هذا بالإضافة إلى استعمال طرق جديدة في التفكير كالتجريد والتعميم والتحليل والتركيب، مما كانت نتيجته نشوء تصور جديد لتعلم الرياضيات يختلف اختلافاً جذرياً عن التصورات التي ربطت الحساب وهدسة بالتطبيقات العملية والحاجات الاجتماعية. لقد نقل اليونان الممارسة الرياضية من عالم الحس إلى عالم العقل، من لتطبيق العملي إلى التفكير التجريبي، فجمعوها تتساوى ما هو ثابت وأبدى، لا ما هو متغير ومؤقت. لقد كانت مهمة الرياضيات عندهم جذب النفس نحو الحقيقة الخالدة، ومزدها مروح فاسب تمسكها على النهر إلى أعلى، لا إلى أسفل، وتجعل

يفكر بعمود التعامل مع المحددات بقطع النظر عن محاذيات الخسبة يقول أفلاطون في جمهوريته ليست مهمة لعلم الرياضي خدمة التحدي في عمليات البيع والشراء، كما يعتقد خبث، بل فيسير طريق النفس في نقادها من دائرة الأشياء الغائبة إلى سائل الحقيقة الثانية الخالدة

ويذكر، فهو صوغ الرياضي، عبد اليونان، ماهيات ذهنية تتمتع بوجود موضوعي مستقر وكامل (مثل أفلاطون) فكما أن العدد انصحيح تصور ذهني خالص، من الصعب ربطه بالمحسوسات، فكذلك لأشكال الهندسية يجب أن تكون هي الأخرى تصورات ذهنية خالصة، أي ماهيات عقلية أما الأشكال الخسبة فمستند سوى رسوم تقريبية تحاول أن محاكي نبت الكائنات الهندسية بعقنية التي لا تحصى في وجودها، إلى أن تصور كاشك حسية في المثلث ودرع والدائرة ليج، كائنات كاملة في ذاتها، أم صورها الخسبة فيعزب لقص دوماً مثلث المرسوم على الأرض أو الورق، مثلاً، لا بد أن يلحقه نقص، فقد لا يكون مستويًا تمام لاسوء، وقد لا تكون أصلاعه مستقيمة تمام لاسقامة وعلى لعكس من ذلك انثلث لعائم في سدهن، فهو كامل من جميع لوجوه إن العلقه بين الشكل الهندسي كما هو في الدهن، وبين الشكل نفسه كما يرسم على الورق، كالعلاقه بين الفكرة والكلمة فكما أن الكلمة لا تعبّر عن الفكرة بعبارة كاملة تام، فكذلك الأشكال الهندسية الخسبة، فهي لا تعبّر تمام لتعبير عن الكائنات الهندسية، كما هي موجوده في عدم لدهن

غير أن تمسك اليونان بنفسه النكالي في الكائنات الرياضية قد جعلهم يقتصرون على دراسة موضوعات التي يمكن اصفاء هذه الصفه عليها، دون غيرها. ولذلك أبعادوا عن مجال اهتمامهم بالموضوعات الرياضية الأخرى التي تكشف تصورها بعض الشوئيش والمعنص وهكذا اقتصروا في مجال الهندسة، مثلاً، على الأشكال التي يمكن رسمها بواسطة البنيكر والمسطره فحصرها أبحاثهم في هندسة مستوية، ولم يمسوا بالهندسة الفراغية إلا في وقت متأخر وإذ كانوا قد استعملوا في إنشاءهم الهندسية، انقطع المحروطي والأسطوي، ونعرفوا فعلاً على لأشكال الخسيلة، فإنهم لم يبنوا هذه كبر عسائه، فحب لإفحام أثباء عبر وصحه ولا كماله في عملهم لطري هذا

من هنا يتضح معنى اقتصار يونان على المسطره والبنيكار في إنشاءهم الهندسية فقد كانت رغبتهم لوحيله شديد صروح بسيطة ومعظمه، إن البساطه والساق والحبال هي - كما يقول بوتر - أهم ما كان يسهوي الرياضي اليوناني، وهي صفات كانوا يعتبرونها دالة في

عبدال في كانه معظم فقرات هذا الفصل عن مرحلة الأساميته حاليه

Pierre Léon BOUTIER, *Les Idées scientifiques des mathématiciens dans l'antiquité et les temps modernes*, nouvelle éd., nouvelle collection scientifique (Paris: Presses universitaires de France, 1955). Léon Brunschwig, *Les Étapes de la philosophie mathématique*, nouveau tirage augmenté et révisé par Jean-Louis Desautels (Paris: A. Blanchard, 1972) et François Le Lion

الموضوعات الرياضية. فإحتمال وجود في المثلث كعكسة، لا فيما يصفيه عليه الباحث، ولا فيما يجده هذا الأخير من لده أثناء اشتغاله به. وكذلك نشأت في اندائره وبتصلماته منتظمة. وبعد ذهب بهم الأمر إلى حد اعتبار هذه لأشكال الخمسة المتناسقة من صنع الله، فلم يتردد أفلاطون في ادخال إجمال هندسي في ميدان اخلق الإلهي. فبالله في نظره صنع العالم من العناصر الأربعة (لتراب والماء والهواء والنار) بواسطة الأشكال الهندسية المنتظمة. وبذلك اقتصر على دراسة وحدها، وصره إلى تأمل حمالها وخصائصها.

وأما في مجال الأعداد فقد صرعه اهتمامهم، بكيفية خاصه، ونعت تأثير نفس لدفع، إلى البحث في خواص بعض الأعداد، كالأعداد المتناهية والأعداد الكاملة. واعتد لكامل عددهم هو العدد الذي يساوي مجموع قواسمه مثل العدد 28 فهو يساوي مجموع الأعداد التي يقبل القسمة عليها قسمه صحيحه، وهي 1، 2، 4، 7، 14. ( $28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14$ ) و لعدد 10 كامل لأنه شمل على نفس العدد من الأعداد الفردية والأعداد غير لأولية<sup>٢٦</sup>، بالإضافة إلى أنه يساوي مجموع مجموع الأعداد الأربعة الأولى،  $1 + 2 + 3 + 4 = 10$ . أما الأعداد المتناهية فهي التي يساوي كل منها مجموع قواسم الأخرى. فالعددين 220 و 284 متحابان، لأن مجموع قواسم الأول يساوي الثاني، ومجموع قواسم الثاني يساوي الأول ( $220 + 1 + 2 + 4 + 5 + 11 + 20 + 22 + 44 + 55 + 110 = 284$ ). وهي قواسم العدد 284. وهذا الأخير يساوي  $2 + 4 + 6 + 10 + 11 + 20 + 22 + 44 + 55 + 110 = 284$ ، وهي قواسم العدد 220.

مثل هذه لأبحاث الأسلمية هي ما كان يشغل اهتمام الرياضيين اليونان بعد أعمره، بحال هذه الاكتشافات وناسق هذه العلاقات، فأصبوا على الأعداد ولأشكال طبعاً محزون (لغشغريون خاصة). وبذلك كان ارماعهم شديد، عندما اكتشفوا أعداداً «غيرية» لا تقبل القياس Nombres incommensurables وهي الأعداد التي عرفت منذ ذلك الوقت بالأعداد «للاعقبة» Nombres irrationnels أي التي لا يتصورها العقل تمام لتصور، (وقد سنها العرب بالأعداد الصماء)، وذلك في مقابل «الأعداد العقلية» N rationnels التي تتصورها لعقل كامل التصور (وقد سنها العرب بالأعداد المنطوقة، لأنه يمكن إطلاقها بتأملها). وبسعى اليوم بالأعداد العددية. وقصة هذه الأعداد الصماء هي أن فيثاغورس عندما كان يطبق نظريته المعروفة، على مختلف لأشكال التي تطبق عليها، أي على المثلثات القائمة لرويه (تقول نظريته فيثاغورس إن مربع لوتر في المثلث لقائم لرويه يساوي مجموع مربعي الضلعين الأخرين)، اكتشف أن وتر المثلث لقائم الراوية يكون في بعض الحالات غير قس بلقياس بوحدة صالحة، فإذ، كان لديه مثلث قائم الراوية ضلعه المتجاور يساويان على التوالي 3، 4، فإن مربع وتر هذا المثلث يساوي  $3^2 + 4^2 = 25 = 16 + 9$  وبأساوي فإن الوتر يساوي، 5، وهو عدد صحيح.

26. Les Grands courants de la pensée mathématique nouvelle ou augmentée humanisme scientifique de Jean-Pierre Blanchard, Paris, 1962.

٢٦. الأعداد لأولية هي الأعداد التي لا تقبل القسمة إلا على نفسها وعلى واحد مثل ١، ٢، ٣، ٥، ٧، والأعداد غير الأولية هي التي يقبل قسمه على عدداً أخرى مثل ٤، ٦، ٨، ٩، ١٠.

«معقوف»، أي يتصور نتيجته أم إذا كان الضلعان المتجاوران ساويان على التوالي، 5، 7، فإن مربع الوتر يساوي  $9^2 + 7^2 + 25$  أي 74 وإذا أردنا إسحرج وتر هذا المثلث أي جذر لترسي لعدد 74 فإننا لن نحصل على عدد صحيح «معقوف»، بل على عدد يقع ما بين 8 و9 باعتبار أن  $8^2 = 64$  و  $9^2 = 81$ ، وبالتالي فإن وتر هذا المثلث لا يقبل القياس بوحدة صحيحة لأنه يساوي 8 مع كسور لا نهاية لعدد أرقامها بعد الفاصلة ولذلك لا يمكن «تعطفه» سيمه وكذلك الشأن في مثلث الذي يساوي كل من ضلعيه المتجاورين بعدد 1 فمربع وتره يساوي  $1^2 + 1^2 = 1 + 1 = 2$  الوتر يساوي الجذر التربيعي للعدد 2 أي  $\sqrt{2}$  وهو أيضا لا يمكن التعبير عنه بوحدة صحيحة

وهكذا فعندما أراد فيثاغورس التعبير عن الأطوار الهندسية بأعداد حسابية اصطدم بالأعداد لصله التي لا تقبل القياس المبسوط، (يعلق لأمرها بما سيرف بمشكته المتصل كما سرى بعد)، فاعبر ذلك فصحه يجب احصاؤها وأوصى تلاميذه بكتبات السر حتى لا تصيهم مصيه وتعل هذا كن من العوامل التي جعلت «الفثاغوريين» يحجون إلى كتمان أمرهم، فقد كنوا جمعية سرية كما هو معروف ولربى كان ذلك أيضا من حنة العوامل التي جعلت اليونان يصرفون عن الحساب حله ويقتصرون على الهندسه

والحقيقة أن الأمر يتعلق ها بتصور الاعريق للحوادث والظواهر، فالعالم عندهم لا يحل حادث وإنما يتأمله والمعرفة عندهم رؤية عقلية مباشرة قوامها الحدس العقلي ولذلك كان موضوعها المفصل هو الموضوعات الرياضية البسيطة أما الموضوعات الأخرى المعقدة، فهي صعبة لأن عهولنا تعودت التفكير فيها هو بسيط فقط أما الأمور المعقدة فهي تنشوش النهر، مثلها مثل الشمس التي تزعج الأبصار التي أعادت الظلام (كهف أفلاطون) ولقد كن من نتائج يجب لصعوبات التي من هذا لقييل والاقصصار فقط على الموضوعات البسيطة. بتعداد رياضيات الاعريقية ابتعادا يكاد يكون تاما عن التطبيقات والأهداف العملية لقد رفضوا كل لنقاء بين الرياضيات والواقع التجريبي، وأعرضوا عن المساحات المعقدة التي تطرحها الحرية، فظلو مسجونين في عالمهم الذهني مأسلين الأفكار والمفاهيم البسيطة لي يتركها العقل بسهولة (الحدس)

نعم لقد اسدحت الرياضيات الاعريقية مع أرسطو وأوقليدس عن هذا الطابع الحدسي المفرط، لتكتفي طامعا مطعيا، الشيء الذي حط بها خطوات أخرى على صعيد لتحرير والتعميم م مكر اليونان من تشييد صروح رياضية نظرية معتمدين على التحليل والتركيب فأرسو البرهان الرياضي على قواعد مطفية صارمه لها من قضية رياضية إلا ويرهن عليها مطفيا، إما بالبرهان المباشر، وإما بالبرهان بالخلف سطلتهم في ذلك عدد قليل من التعاريف بوضع وصعنا، وحلة من المسلمات تؤحد كبدليات عقلية لا محتاح إلى برهان أو كمعادلات يتم التسميم بها بنون برهان لكوب شكل أسس للبرهان وقد بلغت هذه الطريقة الرياضية، البرهانية قمته عند أوقليدس في كتابه الأصول *Les éléments* (يسميه لغرب أحيانا كتاب الأمطقتات، أي العناصر)

إن هذا لطبيع المصممي لبرهانى اندي نعلب على هندسه أوقليدس قد حذا بعض  
 «باحثين» (برشمنت) إلى «محول» بوجود قطيعة بين النعم انصتغوري الأفلاطوني، ونعم  
 لأرسطى الأوفينيدي لأوب نائم على محس، وانثاني على دطلق و«برهان» ولكن باحثين  
 آخرين يرون أن كتاب الأصول الذي ألفه أوقليدس لم يكن سوى مقدمة، أو «إعانة» صياغة  
 لكتاب ألفه أفلاطون، «هدف» منه «محو» إلى رسم الأشكال الهندسية الأفلاطونية  
 (مصدعات اسطمة بكيفية خاصة) وقد نعر به هذه لرأي كون بعض المؤرخين ليونانيين  
 قد أشارو إلى مرعه أوقليدس الأفلاطونية

ومهم، يكن، فإن القول بوجود مدرسين رياضيتين يونانيين، مدرسة حديثة  
 أفلاطونية، ومدرسة برهانية أرسطية أوفينية، لا يعبر من جوهر التصور ليوناني بل كتابات  
 الرياضيه، كما يقول بونرو فانطريقه البرهانية في نظر أفلاطون ضرورية، فقط لأن عقول  
 معمر من رؤيه الحقائق دفعه وحده و«د» ما اكتسبه هذه القدرة وأصحت لديه بمثانة  
 حدس كبي، أصبحت تلك طريقة عبر ضرورية وعليه فمن الخطأ، على هذا «الاعتراف»،  
 لقول بوجود قطيعة بين رياضيات فيثاغورس وأفلاطون من جهة، ورياضيات أرسطو  
 وأوفينس من جهة ثانية بل كل ما في الأمر هو أن الطريقة البرهانية التي كانت وسيلة عدد  
 أفلاطون نعلب إلى غاية في دته لدى أرسطو وأوفينس وهكذا تنهي بونرو إلى القول بأن  
 كتاب الأصول عابه من جهة، لأن المقصود منه عرض «نظريات» هندسية أساسية التي  
 تنصف بأكثر بسط من الخيال، وهو وسيلة من جهة أخرى، لكونه يقدم أدوات تمكن من  
 البرهنة على نظريات جديدة وهكذا «تجتمع» الرغبة في جمال الموضوع مع الرغبة في «جمال»  
 «وسيلة»

هذا ويمكن القول من جهة أخرى إن القطيعة بين الرياضيات النظرية ليونانية،  
 والرياضيات التطبيقية المصرية «لأنه» لم تكن «سمة» ولا «دائمة» فلقد كان ليونان يستعملون  
 «أدوات» لحسابية التطبيقية، أي ما كان يسمى عندهم بـ «اللوحيك» Logistique (مثل  
 جداول الصرب وحدود اللوغاريتم الحالية) وهي امتداد للحساب والهندسة المصريين  
 البابليين، الشيء الذي عهد لقيام تلك العلاقة الوثيقة بين الهندسة والسياتيك (علم  
 الحركة) - تحت ضغط «الحاجات» الاجتماعية والتقنية - وظهور «الحال» الميكانيكية إلى جانب  
 «الحال» الهندسية حدث هذا في مدرسة الإسكندرية خاصة، وهي «مدرسة» بقيت تنقب إليها  
 علوم اليونان وسع فيها أوقليدس وأرخميدس<sup>(٣)</sup> إن اهتمام هذا الأخير بالميكانيكا «معه» يعرف  
 قدلا عن «تقليد» الأعرقي ويدرس «انعطاف» الحربية دراسه رياضية

على أن هذا كله لم يعبر من جوهر «ألمور» كثيراً فلقد بقي «اسمودج» العلمي للرياضيات  
 عند اليونان هو نفسه دائماً الاهتمام بالبساطة والتناسق والخيال، والاعتماد على «الواقع»

(٣) نسب إلى أرخميدس كثير من «لاكتشافات» في الرياضيات والميكانيك وقد عاش تحت حكم  
 بطليموس الأول (القرن الثالث قبل الميلاد) ودرس هندسه أوقليدس التي اعتمد عليها نفسه

ومناكله بمقدوره. ولذلك بقيت رياضياتهم نعتى صوب طارها، فتوقفت فيه وبوخت عن  
لعمرو، ولم يكن في مكانها أن تكون على غير ذلك الحال، «والعلم الذي يتطور بمحض - كما  
يقول بول جرمين - نفس قوانين الحياة - وحياة تسلك سبيل البحث والمحاولة والتقدم  
و لا رجوع، فمن أن نجد طريقها ونحطو خطوة جديدة إلى الأمام»<sup>(٤)</sup>

### ثالثاً الرياضيات عند العرب

عرف العرب رياضيات الأعراب وحساب الهود، ولكن معرفتنا نحن عما عرفوه من بران  
بأنه - ولذلك من يكون في إمكاننا أن نقدم صورة واضحة بعدد كاف عن المعرفة  
الرياضية، وبوجه التفكير الرياضي عند العرب، وكل ما نستطيع فعله في الوقت لزم هو  
تسجيل المعطيات التالية

١ عرف العرب كتاب الأصول لأوفيندس وعالمياً ما يسمونه كتاب الاستقسات، كما  
عرفوه فيثاغورس ورياضيات مدرسته، وسواء أوفيندس إلى هذه المدرسة بالذات، يقول  
«نعم في كتابه إحصاء العلوم»<sup>(٥)</sup> «والكتاب منسوب إلى أوفيندس الفيتاغوري في أصول  
للمدرسة والمعد، وهو المعروف بكتاب الاستقسات والنظر فيها بطريقتين طريق لتحليل  
وطريق التركيب والأفلام من أهل هذا العلم كانوا يجمعون في كتبهم بين الطريقتين، إلا  
أوفيندس فإنه نظم ما في كتابه من طريق التركيب وحده» وواضح من هذه العبارة الأخيرة  
أن الفارابي كان يميز بين ما أطلق عليه ذلك اسم مدرسة الأفلاطونية الفيتاغورية القديمة،  
والمدرسة الأرسطية الأوفليدية بلفظية وإذا كان الفلاسفة عموم (الكندي، الفارابي، ابن  
سينا) قد ساروا على النهج الأرسطي الأوفليدي، فإن جماعة إخوان الصفا قد نسب الطريقة  
لفيتاغورية واهتموا بخواص الأعداد والأشكال، مصعبين عليها صفة سحرية، متأثرين في  
ذلك بالفيتاغورية المتأخرة خاصة

ومهما يكن من أمر، فانطأهر أن العرب لم يسوّوا التصور اليوناني للكائنات الرياضية،  
فهم يجعلونها منها مميزات ذهنية مستقلة وكامنة على عرار المثل الأفلاطونية، بل لقد اعتنوا  
بموضوعات الرياضية تجريدات عقلية أي موضوعات ذهنية تسجلن بالتجريد والتعميم  
وليس هناك ما يدع عن أهم نسبوا إليها وجود موضوعياً، كما فعل اليونان، أو أنهم كانوا  
يصعدون في هذا «الوجود الموضوعي» للأعداد والأشكال يقول الفارابي عن علم الهند إنه  
علم «أحد علم العدد العملي، والآخر علم لعدد النظري فالعلمي يخصص عن  
الأعداد من حيث هي أعداد معدودات تحتاج إلى أن يسط عددتها من الأحكام وغيرها مثل  
رحان وأفراس وهي التي يتعاطاها الجمهور في المعاملات اليومية والمعاملات المدنية

(٤) Paul German. «Les Grandes lignes de l'évolution des mathématiques.» dans. Le ٤١  
Lonnais. Ibid

(٥) أبو نصر محمد بن محمد الفارابي إحصاء العلوم والتعريف بآثاره ص ١١٠، تحقيق عثمان محمد أمين،

ط ٣ (القاهرة مكتبة لاندو المصرية، ١٩٦٨)، ص ٩٧

وأما النظري فإنه إما يحصى عن الأعداد بطلاق، على أنها مفرقة في لدهن عن الأحكام وعن كل معنود منها. وإما ينظر فيها بمحصة عن كل ما يمكن أن يعد بها من المحسوسات ومن جهة ما يعم جميع الأعداد لبي هي أعداد المحسوسات وغير محسوسات. فعدم العدد النظري يحصى عن الأعداد على الإطلاق وعن كل ما يلحقها في دوتها مفرقة من غير أن يضاف بعضها إلى بعض وفي الروح والعدد، وعن كل ما يلحقها عندما يضاف بعضها إلى بعض وهو التساوي والتماثل، والزيادة والنقصان والتقسيم والضرب والشبه والنسب. و«يعرف كيف الوجه في سحراج أعداد من أعداد معلومة ويأخذ في استخراج كل ما سله أن سحراج من الأعداد» ويصوب عن هندسة بعد نصيحتها إلى عملية ونظرة. والنظرية إنما تنظر في خطوط وسطوح أحكام عن الإطلاق والعموم وعلى وجه يعم سطوح سائر الأحكام ويصور في نفسه الخطوط بانوجه عدم الذي لا سالي في أي جسم كان، ويتصور في نفسه السطوح والربيع والدوير والتثنية بالوجه الأعم الذي لا يبدل في أي جسم كان. بل على الإطلاق من غير أن يقيم في نفسه محسباً هو حشبة أو محسباً هو حائط أو محسباً هو حديد، ولكن المحسب العام هذه. وبعد العلم «بمحصى في الخطوط والسطوح وفي المحسبات على الإطلاق، عن أشكالها ومعاديرها ونسائيب وبفصلها، عن أصناف أوضاعها وترتيبها» وتناسبها ونسائيبها وبشاكلها. لوح «ويعرف الوجه في صفة كل ما سبه منها أن يعمل، وكيف الوجه في استخراج كل ما كان سببه منها أن يسحراج، ويعرف أسباب هذه كلها، ولم هي كذلك، برهن بعبارة العلم يعبر الذي لا يمكن أن يقع فيه الشك»

وصح من هذه الفقرات أن العلامه العرب قد اعبروا الموضوعات الرياضية بمجريدات ذهنية لا «كائنات كاملة ثابته مستقلة» كما كان يتصور اليونانيون. ولذلك كان الذي أحص به العرب، ليس تأمل هذه «الكائنات» وخواصها، بل ما تقتار به الرياضيات من معقولة ويعبر لقد اهتموا وأعجبوا بالحساب سطحي في الرياضيات اليونانية وأهملوا جانبها التثاقفية. ولذلك نجد مفكراً أشعرياً كانعري بشدة يمار به الرياضيات من يعين لا يرقى إليه لشك، بقى هيهات أن تتصف به الآراء والأقاويل المنسقة

طبعاً، يجب أن يستحي جماعة يحوان لصف لدين سوا، في هذا المجال، حبه الآراء الميتافيزيقية - الأفلاطونية، والدين سهونهم خواص الموضوعات الرياضية من أعداد وأشكال حسوا إليها وجوداً مستقلاً، وأقحموها في عملية خلق الإلهي كما فعل أفلاطون، وأقاموا بها وبين الموجودات الطبيعية سوعاً من التواري والتناظر جاء في رسائلهم الأولى الخاصة بالرياضيات قولهم: «وذلك أن الأمور لطيفة أكثر من حسها لاري، من شدة، مربعات مثل لسطائح الأرض التي هي لحرارة والبرودة والرطوبة واليبوسة، ومثل لأركان الأرض التي هي النار والهواء والماء والأرض، ومثل للأحلاط الأربعة التي هي لبن والشمع والحوتان المرة الصغراء والمرة السوداء، ومثل الأرمان الأربعة التي هي لربيع ولصيف

والخريف، والشتاء، ومثل، ومثل، وعلم، وأحيى، بأدب، الدري، حل، لؤء، من  
 موجودات، كسبة، لوحد، من، العدد، ونسبه، لعقل، من، كسبة، لائس، من، لعدد، كم  
 أشأ، لله، - لائس، من، الواحد، بتكرار، كي، أشأ، لثلاثة، بزيادة، الواحد، على، لائس، «  
 وقد، أصب، حوب، نصف، في، ذكر، حواص، الأعداد، ولأشك، على، الطريقة، لفتاعورية، مشيرين  
 في، مقدمه، رسالهم، لأولى، في، رياضيات، إلى، أهم، يفعلون، «مثل، ما، كان، يفعل، الحكيم،  
 الفيلسوف،»<sup>٢</sup>، وبفعل، بعد، كان، حوب، نصف، فتاعورية، في، فستهم، التي، مرحوب،  
 بعد، أخرى، مقفه، من، لأفلاطونية، الحديث، ولعالم، الإسلامية، فجاء، رسالهم، حبطا  
 لا، يبين، فيها، الباحث، أية، أصابه، أو، يدع

٣- بحث، عن، لأصله، والإدع، في، عداد، لرياضي، بطلب، من، الاتجاه، لا، إلى، حواص  
 انصب، ولا، حتى، إلى، لفلسفه، المشهورين، (من، مكسي، إلى، بن، شد، بل، إنما، نجد، الأصالة  
 والإدع، في، هذا، المحاد، لدى، أولئك، الذين، يعتقد، كثير، من، شاربهم، ومؤلفهم، والذين، من  
 نصف، منهم، إلا، أحاد، مشوقة، وشرب، فلبه، متفرقة، بقصد، مدرك، أمثال، الخوارزمي، والتي  
 والنور، حتى، وثاب، بن، قره، ومحمد، الخازن، وابن، هيثم، وعمر، خيام، وابن، الهيثم، وغيرهم، من  
 الرياضيين، والفلكيين، والفيزيائيين، العرب، الذين، أعوا، رياضيات، مبتكرات، واكتشافات، يدين  
 هذا، عصر، النهضة، في، أوروبا، بعد، تعرف، هؤلاء، على، حساب، الهود، ورياضيات، يونان، معاً، علم  
 سحوا، أنفسهم، في، هذا، ولا، في، ذلك، وإنما، سئلوا، عليها، معاً، في، دفع، العلم، الرياضي، خطوط  
 إلى، الأمام، وبكفي، هذا، أن، تشير، إلى، أن، كلمة، «سودريم»، مشتقة، من، اسم، لرياضي، تكبر  
 «الخوارزمي»، الذي، اجتمع، لغير، وهو، نفس، الاسم، الذي، أطلقه، على، هذا، الفرع، عام، من  
 الرياضيات، لقد، اسعمل، الخوارزمي، طريقه، سها، والحبر، والمقابلة، والنقط، الأولى، وحده، هو  
 الذي، كتب، له، الخود، والحبر، والمقابلة، طريقه، متكاملتان، حسانان، باستخلاص، حاسوب، من  
 معلوم، وذلك، بأن، يحبر، لو، يكمل، كل، طرف، من، طرفي، المعادله، بفعل، المقادير، النسانية، من، طرف  
 إلى، آخر، بطريقة، فلا، تبقى، في، الطرفين، غير، المقادير، سوجه، وأما، المقابلة، فهي، طريقه، أخرى  
 تقوم، على، حذف، المقادير، المتماثلة، أي، «المقابلة»، في، طرفي، المعادله، يقول، الخوارزمي، صاحب  
 «مفتاح، العلوم»، وهو، كاتب، أديب، غير، الخوارزمي، الرياضي، «شهور، يعوب، «الحبر، والمقابلة  
 صناعة، من، صاعف، الحساب، ويسر، حسن، لاسحوا، المسائل، المعوضه، في، الوصايا، وبوريت  
 والمعاملات، والمطرحات، وسميت، بهذا، الاسم، لما، يقع، فيها، من، جبر، المقادير، والاستاءات  
 ومن، المعادله، بالشبهات، وانعائده، مثل، ذلك، أن، يقع، في، المسألة، ما، إلا، ثلاثة، أبعاد، يعدل  
 حذراً، فحبره، أن، يقول، ما، يعدل، أربعة، أبعاد، وذلك، ستة، عشر، لأنك، تحب، ما، وردت  
 حبه، ما، كان، مستثنى، منه، فصار، مائلاً، تمام، ثم، احبب، أن، يزيد، مثل، ذلك، مستثنى، على، معادله

(٧) إخوان الصفاء، رسائل إخوان الصفاء، ٤ ج (بيروت: دار صادر، دار مطبوعات، ١٩١٧)، مج ١،

نقسم الرياضي

(٨) أبو عبد الله محمد بن أحمد الخوارزمي، مفتاح العلوم، في تصحيحه وشرو إداره الطباعه مدرسه

(القاهرة: مطبعة الشرق، ١٣٤٢هـ)، ص ١١٦



فصار معادلات أربعة أبعاد وأب مثلاً مقابلة فمثل أن يصح في شأنه ما وجدوا بعدد  
حده أبعاد فتلقى الحددين لذين مع هذا ونقي مثل ذلك من معادل يحصل مال يعدد  
ثلاثة أبعاد، وحدث سبعة<sup>٩</sup>

ومن مميزات لردصين العرب استعمالهم الأرقام العربية وهي لمصممه لأن دوبي،  
واكتشاف البصر، أو على الأقل إدخاله في سنده الأرقام، مما سهل كثيراً العمليات  
الحسابية، هذه بالإضافة إلى حل كثير من المعادلات والعبارة الأخيرة (توصلت شاست من قره  
إلى حساب انداله مما من واشتعل الحركي والبيروني لحل معادلات من الدرجة الثالثة،  
وتنكر البيروني من حل المعادلات المتعلقة بالسرعة والتسارع، وتوصل عمر الخيام إلى جمع  
المعوى من الدرجة أربعة، إلى غير ذلك من المكتشفات التي ما زالت في حاحه إلى بحث  
ودراسه

ومن العرب انتقل الخبر إلى أوروبا وكان ذلك في لقرن الثالث عشر على يد ليونارد  
فيوناكشي Leonard Fibonacci الإيطالي ولكن الخبر لم يصح عدماً حقيقياً فائماً على استعمال  
لرموز إلا في القرن لست عشر على يد كل من فييت وديكارت، كما سرى في لقرن  
لثانيه وهكذا، وإذا كان اليونان قد حققوا للرياضية الدرجة الأولى من التحرير، وكان  
ديكارت هو الذي دس في العصر الحديث الدرجه الثانيه على سلم التحرير، في مجال  
الرياضيات، فقد كتب هناك بين العهد اليوناني والعهد الذيكارتي مرحلة وسطى استطاع  
العرب خلالها أن يركبوا معارف علماء لأعريق ومعارف حيسوبي الهند، ويكتشفوا كثيراً من  
أساليب البحث الرياضي وعلى رأسها الخبر الذي ظل يحمل الاسم العربي علامه على أصنه  
وموطن نشأته

## رابعاً: الرياضيات في العصر الحديث (حتى القرن التاسع عشر)

إن ربح النهضة التي هبّت على أوروبا من العلم الإسلامي مشرقه ومغرب، خلال  
القرنين الثاني عشر والثالث عشر، لم نعط شأواها إلا اسده من القرن السادس عشر الذي  
شهد قيام المعيريه والميكانيك على يد جاليليو وأخر على يد فييت وديكارت أما في العتره  
الواقعة ما بين القرنين لثالث عشر والسادس عشر فلقد بقي العلم الأوروبي يحاول هضم  
ومثل الرياضيات اليونانية والعربية

(٩) وقال، في اصطلاحهم هو مربع العدد فانعدد ٢٥ ما كان فعدد ٥ وعلى هذه يمكن أن يكتب المثال  
لأول كى على  $3^2 = 5$  من مال ولا ثلاثة أبعده بعدد (يساوي) حذر  $5^2 = 4$  من وبالثاني  
س  $4 = 2$  وبذلك يساوي ١٦ وأب مثال الثاني فصوره بحرفه كى على  $5^2 + 3 = 5$  من محذوف من طرفي  
معادله  $2$  من فتصير هكذا  $3^2 = 3$  من، إذا س  $3 = 3$ ، و  $9$

Dictionnaire du savoir moderne Les Mathématiques (Histoire)

نعم لقد أسس الخوارزمي علم جبر ولكنه لم يمارسه بواسطة الرموز بل بواسطة الكلام، وإمثال الذي يقناه عن الخوارزمي الكاتب مثلاً على ذلك بعد كتاب العرب «يكنلمون» آخر، ولذلك صعب عليهم تطويره وبميتته، وعلمت بتقل إلى أوروبا طر منطعون على العلم العربي يرمونه نفس الشكل لما عاق عموه السريع وكان لا بد من انتظار فرانسوا فيت F Viète (١٥٤٠ - ١٦٠٣) الذي اهدى إلى استعمال الحروف الهجائية كرموز للكعيات الحسابية، فاستعمل بذلك ليس فقط عن الكلام العادي، بل أبص عن الأعداد الحسابية، وأدخل بعض العلامات كرموز للعدييات لكي تجري على تلك الحروف، وذلك ارتفع بالرياضيات درجة أخرى من الجربة ففتح آفاق لتطور والنمو واسعة رحبة، أمم هذا العلم العربي

ومع ذلك، لم تكن سوى الخطوة الأولى التي لم يستطع بعدها فييت مواصلة لطريق ولتعب على لصعاب التي اعترضه، خصوصاً تلك التي ترجع إلى «فراان العدديات الخربة في دهه بالأشكال الهندسية»، وذلك ظاهرة كانت صائبة من قبل عبد الیونان والعرب يعون برينهايم Pringsheim أحد مؤرخي الرياضيات في القرن العشرين «إن فييت هو الذي عتص كيف بحسب بالحروف لدلة على الأبعاد دون أن يحرج عن حدود النظر في الحروف معها، وذلك باستعمال رمز خاص يسمح بأن يطبق العمليات الرياضية على الحروف كما لو كانت الحروف بمثل لأعداد معينة ولكن فييت وقف مع ذلك في منتصف الطريق عند خطوته الأولى، وذلك لأنه لم يعرف كيف التخلص عن نحو كالم من التفسير الهندسي لتعبيرات الخربة، ذلك التفسير الذي كان مألوفاً عند لقدماء فهو عندما جعل حرف (أ) مثلاً في مقابل خط مستقيم بدا له أن يجعل (أ) مثلاً مقابل المربع، و (أ أ) في مقابل المكعب وهذه المقابلات منعه من أن يعطي للعلم الذي بعته وحدده كل ما هو جدير به من صفة العموم والتجريد»

واصح، إذن، أن العصة التي كانت نعترض الخبر كعلم تجريدي محض، هو ارتباطه بالأشكال الهندسية وحدها، فكان لا بد من تخليصه منها بعد أن خلصه فييت من الكلام العادي وما يقوم مقامه من أعداد حسابية ذلك ما قام به ديكرت بعد حوار نصف قرن، وكانت خطوته الأولى والمهمة هي اكتشافه لطريقه شك من التعبير عن الأشكال الهندسية بحروف جربة، ي دمج الهندسة في الجبر بعصد بذلك الهندسة التحليلية، التي اكتشفها ديكرت والتي أسست «التحليل» L'Analyse أهم فروع الخبر الحديث ويعطيا ديكرت بعد فكره واضحة عن هندسته لتحليلية هذه، فيقول «كل مسائل هندسة يمكن أن يعر عب على نحو يكفي معه أن يعرف عدد معيناً من الخطوط مستقيمة نكي بحصل على لتركيب المطلوب الحصول عليه وكما أن الحساب يرد إلى أربع أو خمس عمليات فذلك هندسة يرد بالمثل إلى العمليات نفسها، بحربها عن خطوط مستقيمة ينظر إليها كأعداد وحسب وعلى هذا فود ك أ، ب، يمثلان خطين مستقيمين، فإن أ + ب، أو أ × ب، لا

(١١) ذكره شاب نصدي في كتبه فلسفه الرياضة (ديروت دار النهضة العربية، ١٩٦٩)، ص ٨٦

يُتَّلاَم مستطيلاً أو مربعاً، ورغماً خطأً مستقيماً سسه بـ «أ» كسه بـ «ب» إلى لوحدة (وحدة لقياس) وكذلك لعوامل والحدود والأسس، فإنها تمثل جميعاً خطوطاً مستقيمة وبالجملة، سائج لعمليات هي دائمة مستقيمت»<sup>(٢)</sup>

لقد اسعد ديكارت جميع الأشكال الهندسية بوجاهتها كلها بواسطة «لتحليل» إلى خط مستقيم يحدد شكله وأبعاده بواسطة أحد ثبات (لاحداثيات الديكارنية)، كما هو معروف في مباحث لدوال، وهي نفس المباحث التي تشكل ما يطلق عليه اسم «لتحليل» وهكذا أصبح ديكارت كيف يمكن، بواسطة لعمليات الجبرية، حل مشاكل معقدة بالمقادير والأشكال الهندسية، بطريقة يقينية منتظمة، لما يتدر به الجبر من مرعة ويقين ووضوح أما لسرعه فلأنه يستخدم رموز عامة وعمليات يمكن تطبيقها على جميع الحالات التي تنص معها، في حين أن الحساب يطبق على كل مسألة عمليات خاصة وأما بعض الجبر فراجع إلى أنه - أي الجبر - مبني على قواعد ضرورية منتظمة تطلق شكل لي - وبوضوح تام - على الرموز يقطع النظر عن القيم التي يمكن أن يعطيها وذلك بأننا إنشاء عوالم وأشكال هندسية بحسب تصوراتنا الهندسية عن شبيدها أو تمثلها الشيء الذي يمكن من التعامل مع كائنات رياضية جديدة قد لا يكون لها مقابل في الواقع الحسي<sup>(٣)</sup>

بعد قطع ديكارت مع لنصور اليوناني لرياضيات وفتح أمام هذا لعلم البقي البقي أفاق واسعة رحبه لم يستطع اليونان الاقترع إلى الجبر لأهم كانوا مسجونين في «الطريقة الهندسية» حدس الأعداد والأشكال، أي حدس الكائنات الرياضية التي كانوا يعتبرونها حادثة كاملة، كما أشروا إلى ذلك هل لم يكن في إمكانهم ذلك، لأن الجبر عند يستعصم عن الأشياء والأشكال بالرموز يتعامل معها وكأنها غير معروفة أو أنها مجهولة فعلاً وبعد ما لا يسمح به النصور اليوناني الذي كان يعتبر «الكائنات الرياضية كاملة» «معروفة» يكفي سد كرف فقط وهكذا هدلاً من أن نطرح الرياضيات كما كان الشأن عند النوب - عذره عن سامل موضوعات ذهب مثاليه، أصبحت بمصل العرب، وعند ديكارت حادثة عبارة عن ساء ذهني يشيده العقل بواسطة هو عد معيه

كان ديكارت يدين - كما يقول بوترو - أو من صارت الرياضيات بيوتانية في التصميم، قائم تصوراً حديثاً بعلم الرياضي هو النصور لتركيبية Synthétique ذلك لأن الجبر بالنسبة إليه هو أساساً مذهب تركيبية، أي مذهب يلزم من عناصر بسيطة لمحصور على مركبات تتعقد بينها شبيكاً فشبكاً به مذهب يعتمد كيف يفكر تفكيراً عقلياً مطبقاً في التركيب المجردة «بالمحدوده» الشيء الذي يجعل لرياضيات تصبح ميكانيكية سهله لا تتطلب مجهوداً عصب كبيراً ولذلك جعل ديكارت من الجبر مذهباً «العلم الكلي» وقطعه عن هندسه، ثم طبق لعلم وهندسه ساء على ميكانيكية، وجاء تفسيره بعام تفسير هندس ميكانيكي<sup>(٤)</sup>

(٢) نفس المرجع، ص ٨٧

Houtroux L. idéal scientifique des mathématiciens dans l'antiquité et les temps modernes ١٣١

إسادة ديكارت بالحر وإعجابه به جعله يظفر إليه لا كطريقة وحسب، بل وكعناية في ذاته ذلك لأن المهم بالنسبة إلى العام الرياضي ليس تطبيق ما ينتدعه من «إشاعات»، بل المهم هو هذه «الإشاعات» نفسها وطريقة إشاعتها وهكذا أصبحت الرياضيات انشائية Constructives بعد أن كانت تأملية

لقد انفتحت، مع ديكارت، آفاق واسعة أمام الرياضيات التي أصبح «الحر» عمودها الفكري، عراحت تحلّو في عالم التجريد وبشيد صروحاً ذهبيه ترددت بعده عن الواقع الحسي ولكن التخلص من الخس لا يتم دفعة واحدة ولا عن شكل قطيعة نهائية لقد حوّل ديكارت الهندسة إلى «حر» فصار في الإمكان دراسة الأشكال الهندسية بواسطة الدوال وحدها غير أن الدوال لا بد فيها من ذلك المستقيم الذي استبقاه ديكارت ببرد إليه جميع الأشكال الهندسية

وها مع المستقيم الديكارتي ودوال «التحليل» ستظهر مشكلة قديمة ظلت تنتظر احس مد العهد الأعرجي إنها نفس المشكلة التي أثارها رينون الأيلي، وهي نفسها التي عرّضت فيثاغورس ومن بعده «أرخميدس» وآخرين بقصد بذلك مشكلته اللانهاية أو مشكلة المتصل

لقد ظهرت هذه المشكلة، كم هو معروف، مع رينون الأيلي تلميذ «أرخميدس» - الذي أراد أن يرد على حصوم أساتذته لعائين بالتعبير بذل الثبات - وذلك بإقامة البرهان على استحالة الحركة تقوم إحدى حجج رينون إن المتحرك من نقطة أ - مثلاً - إلى نقطة ب لا بد له أن يعطى نصف المسافة أولاً، ثم نصف هذا النصف ثانياً، ثم نصف ما تبقى ثالثاً، وهكذا إلى ما لا نهاية له ولنتيجة هي أن هذا المتحرك لن يصل قط إلى مسعاه وهكذا وجد أردنا أن يعطى مسافة متر واحد - مثلاً - فإننا نكون حسب نظرية رينون - أمام السلسلة التالية التي لا نهاية لها

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \dots = 1$$

$$1 \left( \frac{1}{2} \right) + 2 \left( \frac{1}{4} \right) + 4 \left( \frac{1}{8} \right) + 8 \left( \frac{1}{16} \right) + 16 \left( \frac{1}{32} \right) + \dots = 1$$

وبنك في الحقيقة هي نفس مشكلته التي صادفها فيثاغورس عندما كان يبحث في وتر المثلثات القائمة الزاوية لقد دعى فيثاغورس - كم أشرب إلى ذلك قبل من كوب بعض الأعداد لا تصلح لقياس أصلاغ مثلث لأب لا يعطى عدد وحدة قياسه معينة، بل سطر في انحرته إلى ما لا نهاية له (لأعداد لاهية) وظهرت مشكلته أيضاً مع أرخميدس وعمره عن شعور نفسه بحيط الدائرة ومساحها وكذب لطريقة التي سنكونها هي رسم مصلعات منتظمة تماسه لدائرة من بداخل وأخرى تماسها من الخارج، وبكثير هذه المصلعات أي بتصغير أصلاغها إلى أقصى حد ممكن تقترب أصلاغها من لاطلاق على محيط الدائرة، ولكننا لن نصل عدله أبداً، وبالتالي فإن مجموع قيم هذه الأصلاغ لا تعصا عطف لدائرة إلا

شكل قوسي، (ومن هنا السمة لتقريبية  $\pi = 3.1415$ ) أن العدد اندي يمثل محيط الدائرة يقع بين العدد الذي يمثل مجموع قيم المصنوعات التي بمس الدائرة من الداخل ومجموع قيم المصنوعات الخارجة لها من الخارج وكان لعرب قد طرحوا مشاكل مماثلة فقد بحث ثابت بن قزح في دالة من، وحاول ليروي معالجة مشكلة لتسارع وتلك كلها أوجه المشكلة لشائكة مشكلة المتصل<sup>(٤)</sup>

كانت محاولات القدماء، هذه محدودة وحرثية، فبقيت الشككة معلقة إلى القرن السادس عشر حيناً طرحها علماء آخرون، وعلى رأسهم كير وكفاليري Cavalieri بعد تمكن هذا الأخير من طرح المشكلة طرحاً جديداً عام ١٦٣٥ عرصه في كتابه هندسة اللامتناهيات، حيث اعتبر السطوح أو المسويات عبارة عن مجموعة لانهاية من السطوح، وانك على درسه مشكلة الاتصال الهندسي من هذه الزاوية وقامت محاولات أخرى مماثلة كذلك التي قام بها فيرما Fermat وروبيرفال Roberval وغيرهم ولكنها محاولات م تكن تخرج كلها عن نطاق الهندسة القديمة، وريبتها الهندسية التحليلية

وظهرت المشكلة في مبداء آخر، وعلى يد عالين كبيرين هم بيوس وليسر، هو مبداء حساب لسلاسل Calcul des séries لقد استطاع ليسر Leibniz (١٦٤٦ - ١٧١٦) أن يثبته، على ضوء المنازلات السابقة ما يعرف ليوم بحساب اللانهايات الصغيرى Infinitésimal Calcul أي حساب التفاصيل وحساب التكامل مجتمعين<sup>(٥)</sup> ونومس بيوتس Newton (١٦٤٢ - ١٧٢٧) من جهة إلى اكتشاف مماثل عندما كان منهمكاً في صياغة قانون الجاذبية ولاحقاً أن التطبيقات في مبداء ميكانيك هي التي عجلت تقدم خبر والتحليل في القرن الثامن عشر، للبحث عن مسار جسم متحرك يقسم هذا المسار إلى مجموعات من المحطات الثابتة تمصها مسافات هي من الصغر بعدد ما يمكن، بل مسافات لا حد لصغرهم، بحيث يصبح أصغر من كل كمية معطاة من قبل وبإستعمال حساب اللانهايات الصغيرى تمكن العلماء من التغلب على المشكلات التي تشهدها مسائل الحركة في علم الميكانيك هكذا تفرعت أنواع الدون وأصبح بالإمكان دراسته جميع الظواهر المتصورة بواسطة المعدلات المتناصية وخصوصاً على معادلة تفاضلية مظهرها م، معناه فهم ديناميتها وحكم فيها

(٤) نظر في قسم المتخصصين بعداً حول هذه الشككة

(٥) حساب اللانهايات الصغيرى يساوي بحساب اللانهايات الصغيرى أي نفس باستمرار وهو موقف يؤيد ما حدث له وبتوحدة المقسومة على كمية لانهاية الصغر تعطي كمية لانهاية الكبر وحساب اللانهايات الصغيرى هو من ستمان الكميات اللانهاية الصغر كمساعدتكشف عن العلاقات القائمة بين كميات مقترحة

ويعني حساب تفاصيل Calcul différentiel بالزيادة اللانهاية الصغر التي يمر بها معبر حلال القيم المتناهية التي تعطي له اسم حساب التكامل Calcul intégral للبحث في لارسط اندي يسوم بين متغيرين أو عدم معدد البعد بينها فهو موضوع دراسة نهاية مجموعهم من الكميات اللانهاية الصغر (عند مساحة في معددهم متحرراً عن الرسم البياني)

لقد فتح التحليل آفاق جديدة حصصه أمام الرياضيات النظرية، وتمكّن الرياضيون بفضل ذلك المجال لصيق الذي استشهد به ديكارت لقد تحولت لرياضيات كلها إلى عمليات حرة لا تخضع إلا لقواعد منطق فاقدمت من هذا الأخير حتى كاد يمتزج به وكان من نتائج انتشار لطريقة الحرية (استعمال الرموز بدل الأعداد وعرض النظرية عن محتوى هذه الرموز) أن صيغت عيادات رياضية ليس لها ما يقابلها في الواقع، وظهرت «كائنات» رياضية غريبة أثارت دهشة الجميع فعلاوة على الأعداد الصماء المعروفة منذ هاتشورس ظهرت أنواع أخرى من الأعداد كالأعداد التخيلية والأعداد المركبة وقد بين أن جميع المعادلات تقبل الحل بالأعداد المركبة بالرموز الحرية  $A + B\sqrt{-1}$  حيث  $\sqrt{-1}$  تمثل كنهها بدون استثناء، أعداداً مركبة من صيغة  $(A + B\sqrt{-1})$  (راجع المفاصل أدناه) هكذا تحولت جميع العبارات الحرية إلى عبارات مشروعة مطلقاً باستعمال الأعداد المركبة - وأصبح في الإمكان القيام بتأثيرات حرة تخيلية بعض النظر فيها عن الأشياء الحقيقية - أو المصورة - التي تمثلها هذه العبارات، وبالتالي لم يبق هناك أي مفهوم سحري غامض، بل كن ما هناك هو خاصية عامة للأعداد المركبة ناتجة عن التركيب لصوري للعمليات الحرية

ساق الرياضيون - طوال القرن الثامن عشر والصف الأول من القرن التاسع عشر - مع هذه التناقضات الحرية، الصورة المبتغية وأحدوا يسبحون في عالمها الرحب ومخطون خطوط جريئة في مختلف فروع التحليل ولكنهم سرعان ما أحسوا أنهم يسبحون في أعراغ فقد ظهر وأصبح أن لمؤيد الرياضيين الذي ينسكون به يحسن في الأخير إلى تأييد الحرية صورية منطقية ثم حسب هو عد معيه وتؤدي إلى تشيد صروح لا صلة لها بالواقع لقد شعروا وكأنهم يمارسون هواة أشبه هواة لعبة الشطرنج فما لفائدة من هذه الانشابات الحرية الصورية المجردة؟ لقد تحولت الحرية وبالتالي لرياضيات كلها إلى علم غير منتج، بعد أن كانت حصصه معطاءة!

ومن هنا رأى كثير منهم أن التعميمات المنطقية وحدها لا تكفي بل لا بد من شيء آخر، عبر القواعد المنطقية، يربح رياضيات خصوصية وعدم تقع أرمه في هيكل البناء

١٦) الأعداد تخيلية  $N$  Imaginaires هي أعداد غير حقيقية، وتم يتم تحليلها فقط، مثل  $\sqrt{-1}$  إذ ليس هناك أي عدد إذا ضرب في نفسه كان الناتج  $-1$  لأن حاصل الضرب يكون دائماً موجباً، وبذلك فلا معنى لعدد غير سالب، ولكن هناك معادلات تقتضي هذه الأعداد التحليلية مثل  $x^2 + 1 = 0$  التي محل هكذا  $x = \sqrt{-1}$  إذ  $\sqrt{-1}^2 = -1$  والأعداد مركبة  $N$  Complexes هي أعداد تشمل على عددين حقيقيين وعدد تخيلي هوائي  $\sqrt{-1}$  ويرمز بعدد الخيالي بحرف  $i$  (أو حرف من اسمه اللاتيني) ويمكن أن يرمز إليه بالعربية بالحرف  $ع$  من الخيال) وإذا فالأعداد المركبة هي كل عدد صيغة  $A + B\sqrt{-1}$  حيث  $A$  و  $B$  عددين حقيقيين، و  $\sqrt{-1}$  على عدد تخيلي. هذا هو صبح أن الأعداد الحقيقية هي الأعداد المعروفة، للحرية مع والصماء

يلتفت لاس عاده إلى الأسس التي شُيد عليها هذا البناء، وفعلاً فقد نجحت أسطر  
الرياضيين، نتيجة ما ذكر، في تأسيس أو مبادئ الأربعة المفصوصة وسجّنت في أعمارهم  
التي يقوم عليها محيطها، وفي مسألة التصديق فيها فكان من نتيجة ذلك ظهور  
الأكسيوماتيك Axiomatique ويتم هندسات لأوفنديه كي سرى في الفصل التالي

## الفصل الثاني

# الهندسات اللاأوقليدية والمنهاج الأكسيومي

طلّت الرياضيات، منذ أن قامت كعدم نظري على يد اليونان إلى القرن التاسع عشر، بعد النموذج الأعلى للمعقولة والمعروف بالرياضية عند أفلاطون، وهي القائمة على الحدس، أي تلك الرؤية العقلية المباشرة، معرفة يقينية لا يرمى إليها لشك، والبرهان الرياضي اسطقي، عند أرسطو وأوقليدس، أكثر أنواع البرهان قوة وثمناً. ومع انتشار الخبر في العصر الحديث أصبح الرياضيات انشائية عملاً، فقطعت الصلة بثلث مع لطابع التأملي الذي سيطر فيها في العهد اليوناني، وخاصة في مرحله لعقاصورية الأفلاطونية. وكما أثرنا إلى ذلك من قبل، فلقد كان من نتائج انتشار الخبر والتحليل أن أصبحت الرياضيات منهجاً تركيبياً، قوامه الاسطلاق من عناصر بسيطة - مقدمات - وتصعود تدريجياً نحو الصروح المعقدة بطريقة برهانية ميسرة.

غير أن هذه «العصر البسيطة» أو «المبادئ» التي كان يقوم عليها البرهان الرياضي، وتُشاد على أسسها الصروح الرياضية الشائخة، لم تكن واضحة تمام الوضوح في أذهان الرياضيين. لقد اعتبروها بمثابة صور فكرية لنواتج مخبرية مثبتة - نظراً لذلك - ذات صلة بالحوادث التجريبية. ولحق أنه لم يكن أحد يشك في صله بالرياضيات بالبحر، على الرغم من عموم هذه الصلة وصعوبة الكشف عن حدودها وحقيقتها. شيء ما يؤكد، وهذا ما أكدته لتجربة دوماً، هو نطاق الرياضيات عن الحوادث التجريبية. بعداً مساعداً كثيراً على تقدم العلوم الطبيعية من فيزياء وميكانيك وكيمياء وفلك. الح - كان هذا هو الشيء الوحيد الواضح في أذهان الرياضيين، وكان ذلك مشجعاً لهم على انصي في أبحاثهم وعدم الانقياس، أو على الأقل عدم الانشغال التام، بالأسس التي ينطلقون منها في امتداد لاهم. وكما يقول أحد الرياضيين: كانت العينة ندر الوسيلة - العلوم تصمد بمصل رياضيات، والرياضيون أنفسهم يحطون خطوات واسعة إلى أمام بعلمهم «برهاني لعيد، ولكن دون أن يلمحوا إلى المبادئ التي يركزون عليها كبحث صديها وبرعه هذا بضيق.



لقد تعرّف بوقف تماماً ابتداء من النصف الثاني من القرن التاسع عشر، وخاصة عندما أحدثت تظهر في عدم الرياضيات مفاهيم وكائنات لا تتفق مع لواقع الحربي، ولا يسلمها حدساً حسيّ، كالأعداد التحيلية والأعداد المركبة والعدوان المنفصلة، والمنحنيات التي لا مماس لها والمنحنيات التي تملاً مربعاً أصف إلى ذلك مسددة لتتاري في هندسة أوقليدس، تدت المسلمة التي كانت مبعث بقلق والشك منذ قرون طويلة كل ذلك حمل الرياضيين على اللاتفات بحد إلى المبادئ والأسس التي يسون عليها استدلالاتهم وإنشاءاتهم الأكثر المشوعة ومن هنا قامت في أوساط الرياضيين حركة وسعة تركيز حول مراجعة مبادئ الرهان الرياضي ونقدتها، وفحص مدى صدقها وبوعية هذا المصداق إلى حركة نقد داحلي أدت إلى إعادة صياغة نهج الرياضي صياغة مسطوية وعيه (= الأكسيوماتيكا، أو المبره الأكسيومي) من جهة، وإلى طرح مشكله الأسس، بعد قيام نظرية المجموعات، طرح حداد من جهة أخرى، فقامت روية من المناقشات الصاخبة في أوساط لرياضيين، خاصة في أوائل هذا القرن، شيء الذي يعرف في الأدبيات الرياضية بـ «أزمة الأسس»

وسعالج في هذا الفصل المسألة الأولى، بتركيز نظرية المجموعات «أزمة الأسس» إلى الفصل التالي

## أولاً . مشكلة التوازي والهندسات اللاأوقليدية

أشرنا في الفصل السابق إلى أن أوقليدس قد جمع الأبحاث الرياضية، التي قام بها اليونان - في الفترة التي تمتد ما بين القرنين السادس والثالث قبل الميلاد - في كتابه مشهور الذي سماه الأصول، وهو الكتاب الذي ظل، منذ ذلك الوقت وحتى القرن الماضي، أساساً للدراسات الهندسية وفي هو معروف، فقد شد أوقليدس هندسته على مجموعته من «المفروض» عليها بوقف صدق لنظريات ولنتاج وكل فرض من هذه المفروض يتوقف صدقه هو الآخر على فرض أو مفروض أخرى صدقه له غير أنه قد رجح انه يقرى من فرض إلى آخر، فزنا سجد أفسد، في نهاية الأمر أمام عناصر أولية بغيرها وصحة بداهة، غير قابله بداهة، لأنها هي نفسها أساس البرهان، ونسب سميت بـ «بدايات»

قد ميز أوقليدس نفسه في هندسته بين ثلاثة أنواع من البادئ - بداهيات، ونسبيات والتعاريف

البديهية Axiome هي قضية وصحة بداهة إلى درجة أنه لا يمكن أن تنادي بها إلى ما هو أسط منها مثل لقضية لئاليه لكل أكثر من حجر، أو المساويان لثالث مساويان

والمسلمة Postulat قضية غير واضحة بدتها، ولكن الرياضي يطلب من لتسليم ما دون برهان، مع وعد منه بأنه سيثبت عليها بياناً رياضياً مماسكاً فهي إذن مجرد مطلب، وليس هناك ما يبرره سوى كون لتسليم به يساعد على تشيد صرح رياضي معين

أو التعاريف فهي حجة من الحدود التي لا بد من لأحد ما غير معرفة حتى نستطيع

تعريف الباهي بواسطة فكتا أنا لا نستطيع الرجوع لـ لقيتري سادبرهان إلى ما لانهاية له، بل لا بد من الوقوف عند قصايا معينة تعبرها بديهيات أو مسلمات، فكل ذلك لا يمكن الرجوع لـ لقيتري بالتعريف إلى ما لا نهاية به، بل لا بد من الوقوف عند حدود معينة بقده، دون تعريف يمكن من تعريف الباهي بواسطة وعلى أساسها

لقد شيد أوكليدس إذن هندسته على جملة من البديهيات والمسلمات ولتعريف وعلى الرغم من أن البديهيات قد اعترض يوماً مقبوله، لا عسر عليها، وعلى الرغم من أن التعاريف قد مكنتها، لأنه لا يمكن التقدم في البحث دون الانطلاق من حدود لا معرفة، أو غير معرفة تعريف دقيق، فإن البديهيات الأوكليدية قد بقيت يوماً عملاً للشك والساؤل، خصوصاً وأوكليدس يطلب السليم بها دون مطالته سادبرهان، ودون أن يدعي أنها واضحة بذاتها

وكانت المسلمة التي أثارت كثيراً من ل تردد ولشك تلك المعروفة بمسألة التتوري وتصاع عاده كما يلي من نقطة خارج مستقيم يمكن رسم مستقيم واحد فقط مواز للأول ومعينم أنه على أساس هذه المسلمة يبرهن أوكليدس على عدة قصايا في سادبرهان، ومنها على الخصوص القصية الثالثة إن مجموع زوايا مثلث ساوي ١٨٠ درجة

حاول لريافيور في مختلف العصور، يونان وعرب وعربون، برهنة على مسلمة السوازل هذه، ورجوع بها إلى قصايا أسط ميب ولكنهم جميعاً لم يفلحوا، كما أنهم لم يستطيعوا لامتعاء عنها لأن في لامتعاء عنها ميب ميب لهندسة لأوكليدية كلها

وإذا كان البحث في هذه مسألة قد ستمر طوال العصر اخذت على يد كبار لريافييرين، فإن المحاولة لحرية حقاً هي تلك التي قام بها لوباشيفسكي Lobatchewsk (١٧٩٣ - ١٨٥٦) لقد أراد هذا العالم الروسي أن يشت هذه المسلمة، مسلمة السوازل، بواسطة البرهان بالخلق، ومعينم أن البرهان بالخلق يقوم على أمر ميب عكس القصية، حتى أتى به هذا الالف ص، خلال لاسنج، إلى ناقص، كان ذلك ثباتاً للقصية الأصدية

فبرهن لوباشيفسكي، إذن، عكس القصية أي أنه من نقطة خارج مستقيم يمكن رسم، لا موب واحد ساوي كيب بقون أوكليدس، بل موبين أو أكثر ولسلاق من هذا برهن راج بسنج سائج، فتوصل إلى عدد من نظريات الهندسية دون أن يوقعه ديث في ناقص ما، أي دون أن يبادى بر بعلام فرصة ولسالي فهو م بوصول إلى إثبات صحة مسلمة أوكليدس بعد بوصول فعلاً إلى نتائج عكسها لثلث التي بوصول إليها أوكليدس من ذلك مثلاً أن زوايا المثلث لا ساوي ١٨٠ درجة، بل أقل من ديث بر بخلقه نتائج لسنج أوكليدس لسن معناه سلطان العرض الذي بطل من، ولا صحة مسلمة صاحب كتاب

١ ك ديب عام ٨٢٠ ول أنوف نفسه كان هذا عالم هعبروي يعمل بمجرع عن بوباشيفسكي، وهو بوي Bolvai، مستعملاً نفس الفرصية فتوصل إلى سائج عكسها أم كان Reimann فقد بطل من عام ١٨٥٤ من فرعن حر كيب سري

العناصر، ورغى يعني ذلك فقط أن هناك مقدمات مختلفة أذبت إلى سائح محله، وهذا شيء طبيعي تماماً إن الشيء الأساسي الذي كان من شأنه أن يثبت بطلان فرضه، وبالتالي صحة مسلمته أوقليدس هو وقوعه في تناقض منطقي، أي ظهور تناقض دحي في النظام الجديد الذي كان يشيده بطلان من فرضه المذكور، وهذا ما لم يحدث إن وجود تناقض في نظامه الداخلي يعني أن اسمه الأوقيديسي ليست مستقلة عن المسلمات الأخرى، وبالتالي يمكن البرهنة عليها ولكن كما أن هذا التناقض لم يحدث، فإن المسلمة الأوقيديسية مسلمة مستقلة تماماً عن مسلمات الأخرى، وبالتالي فإن أي نظام يشيد على عكسها يتناقض مع المقدار من مشروعه الذي يمتلكه لنظام أشيد عليها هي نفسها، مما يجعل هندسة لوانشيفسكي تقف على الأقل، مع هندسة أوقليدس موقف انه بسـ وهكذا يصبح أمام هندسات متعددة لا أمام هندسة واحدة

وقد برّر هذا لتعدد في هندسات بقيام محاولة أخرى مماثلة أصغر عن هندسة جديدة تختلف عن كل من هندسة أوقليدس وهندسة لوانشيفسكي، بقصد بذلك هندسة ريمان (Reimann ١٨٢٦ - ١٨٦٦) الرياضي الألماني لكسر تجلور ريمان بدوره مسلمته التواري الأوقليدية، ونجد منطقاً له مسلمة أخرى مخالفة بعد اقص أنه من بصفة خارج مستقيم لا يمكن رسم أي موافق له، وأن أي مستقيمين كيما كان وضعها لا بد أن يتقاطعا وانطلاقاً من هذا الفرض الجديد توصل ريمان إلى نتائج جديدة منها أن روبا المثلث تساوي دوماً أكثر من ١٨٠ درجة

يمكن فهم هندسة ريمان إذ اعتبر أن الشكل كروي الشكل كالكرو الأرضية، المسلمة التي يعملها الجغرافيون بحديد الأمكنة والشدان بواسطة خطوط الطول وخطوط العرض فاستقيم في هذه الحالة سيكون عبارة عن دائرة كبرى على سطح الكرة، ومعروف أنه لا يمكن رسم موافق هذا المستقيم من نقطة خارجة عنه، أي دائرة أخرى لا تقاطع الدائرة الأولى ذلك لأن الدائرتين معاً مستقيمتان في نقطتين على الأقل نقطة القطب الشمالي ونقطة لقطب الجنوبي وثلث المرسوم على هذه الدائرة سيكون روبا أكثر من ١٨٠ درجة بإمكاننا أن نرسم مثلاً مثلث على الشكل التالي نحدد خط الطول المار من عرش صعداً هذا المثلث، ثم نرسم عموداً عليه (٩٠ درجة) من خط الاستواء، ثم نأخذ الصليح الثالث من إحدى خطوط الطول شرف بحيث يكون عمودياً (٩٠) على الصليح الثاني المرسوم على خط الاستواء وبإمكاننا أن نحمل هذا الصليح الثالث عمودياً أيضاً على الصليح الأول (خط عريشتش) وبذلك تصبح روبا مثلث مملوّه  $3 \times 90 = 270$  درجة

أما نالسه إلى فرضيه لوانشيفسكي فيمكن أن نأخذها فكره بالرسم التالي يمكن رسم «م» والخط «أ» خارج هذا الجسم (كما في الشكل) لرسم «أ» عمودياً على مستقيم «م» بدلاً من أن يساقط على «أ» لرسم كذلك «أ» عمودياً على «أ» في نقطة أ



ينظر إلى كوب روبا ثلاث تساوي ١٨٠ درجة أو أقل أو أكثر، على عكس أن مسأله نحتاج ثلاث نظريات متباينة، لا يمي بعضها بعضاً إلا داخل منظومة هندسية معينة، يوجد فيها كعروض، أي كمنسمة أحد مفروضات الثلاثة بوي واحد، أو موريان، أو لا موي طلاف على أن هذه استظريات لثلاث خاصية معينة روت ثلاث تصح غير مسافضة، وبأنسني مع بقه، في منظومة هندسية مفتوحة، وأكثر عمومية، مركب فيها مسأله عدد استظريات يمكن رسمها من نقطة خارج مستقيم، مسأله معلنه

وهكذا يبدو واضحاً أن استؤل عني إذا كانت هذه هندسه أو تلك هي الصحيحه، استؤل لا معنى له كي نقرر بوانكاريه ذلك لأن الجواب عن هذا استؤل سقطت لبحث عني إذا كنت لأولياب لتي سبي عليها هندسه من هندسات أحكاماً تركيبية أوبية (كي كان يعتقد كانت) وفي نظر بوانكاريه، فإن الأوليات هندسية، ليست أحكاماً تركيبية أوليه، ولا حوادث تجريبية، بل هي مجرد مواصفات Conventions، أي فضاء نقي عليها وردت كان احبارت هذه لأوليه بدل تلك احبارت نموده التجربة، فإن هذا لاحتبار يبقى مع ذلك حراً، ولا يحده إلا ضرورة تحت انوقع في لافض، وندت يمكن أن نضل الأوليات صحيحه حتى ولو كانت الفهم من التجريبية التي وجهت احبارت ها غير صحيحه إلا نسباً وتقريباً إن الأوليات في نظر بوانكاريه ليست سوى تعاريف مضعة Définitions déguisées. وندلت يكون استؤل عني إذا كنت هندسه أوقفسدس أو هندسه ريمان صحيحه أو غير صحيحه استؤلاً لا معنى له. بل من يفرح هذا السؤال هو كمن يسأل أيها صحيح لقياس بانترم يعيش باليزده أو للدراع؟ ومن هذا يستخلص بوانكاريه السبحة نأليه وهي إن هندسه ما لا يمكن أن تكون صحيحه أكثر من الأخرى، بل يمكن فقط أن تكون أكثر ملائمة Plus comode إن هندسه الأوقفسدس في نظره أكثر «ملاءمة» لها لأنها أكثر ساطه من جهة، ولأنها من جهة ثانية تطبق على خصائص الأجسام الصلبة الطبيعية»

هل أصبحت الحقيقة الرياضية، التي كانت إلى عهد قريب لا تعونها أية حقيقة أخرى، عبارة فقط عن الحقيقة «الملائمة»؟

لقد سعلت فكره الملاءمة هذه استعلاً كبيراً في بداية هذا القرن، خاصة من طرف أصحاب الفلسفة الراجعية النعمية الذين جعلوا منها «الأساس الرياضي العلمي» فلسفتهم التي تجعل المنفعة مقياساً للحقيقة

ولكن هذه الدعوى - دعوى الملاءمة - سرعان ما تعرضت لانتقادات شديدة عزرها فيها بعد نظريه النسبية المعممة التي كان ها ايشتين ذلك لأنه إذا كانت هندسه الأوقفسدس هي أكثر ملائمة بالنسبة إلى ما أنشاء واعدته في هذا لعالم الذي يعيش فيه فإنها غير ملائمة لمعوله

Henri Poincaré *La Science et l'hypothèse* préface de Jules Vuillemin science de la (t) nature (Paris Flammarion, 1968), pp 74-76

أخرى خاصة إن نظرية النسبة المعممة هي تلامع أكثر مع إحدى هندسات اللاأوقييدية، هي هندسة ريمان بالذات

لنترك الآن نظرية النسبة، فسنعرف عليها في الجزء الثاني من هذا الكتاب وسنظر إلى لتأثير المبرهنات عن عمل كل من لوباشيفسكي وريمان

## ثانياً الرياضيات نظام فرضي استنتاجي (الأكسيوماتيك)

من النتائج الأساسية التي أسفر عنها قيام هندسات اللاأوقييدية بعد نظره رياضيين إلى اسديء التي بشيكون عليها صروحهم الرياضية لقد أصبح الآن التمسك في مبادئ الرهان الرياضي بين «البداهات» والمسلطات أمر شاذ، إن تؤخذ جميعها كمجرد فروض، أو مسلمات افتراضية، دون سابق تأكيد بصحتها أو اهتمام بالبرهنة عليها. إنها فروض لا يحاصر واضعها شك في صحتها أو علم صحتها فهو يصعب حارج مسطته لصديق وينكدب أو الصحة والخطأ، إنها تعتبر بوانكاره مجرد مواضع

والواقع أنه لم يكن من السهل يوماً للمبصر في مبادئ الرهان الرياضي بين «البداهات» و«المسلطات» إذ كثيراً ما كانت القضية الواحدة بعد بعض تعناء ذهنية، وبعد آخرين مستمرة. وإذا كان المبرر بينها قد ارتكر طواش قروب حطب على كواب البداهات تتصف بالبداهة العقلية وتؤخذ كقضية تحسنة «تفرض نفسها عن الفعل فرضاً»، في حين أن لمسمه لا تتصف بمثل هذه لدرجه من البداهة والوضوح، إذ يمكن على كل حال تصور نقض لها حتى ولو بصعوبة، ومن ثمه يطر إليها كمعضلة تركيبة، فإذا هذا التمسك لم يكن واضحاً في يوم من الأيام فعلاوة على أن البداهة ليست واحدة عند جميع الناس، (البداهة عند ديكارت ليست هي البداهة عند مبور أو كارت أو سرغسون) فهي تختلف أيضاً باختلاف ميادين البحث، حتى في ميدان الرياضيات نفسها. إن القضية لقائلة الكل أكثر من الأخرى قد عبرت يوماً قصة ذهنية، ولكنها يالسه إلى الرياضيات الحديثة، ليست قصة صحيحة إلا في ميدان المجموعات المنتهية، وبالتالي فهي ليست قضية تحليلية، بل نتيجة مواضعة وانفاق

ليس هناك، إذن، أي اعزاز خاص للبداهة على مسمة، بل هم، في الفكر الرياضي الحديث (لدي بعد قيام هندسات اللاأوقييدية منطلقاً له) مجرد فرض يتم قبوله على أساس اختيار واع، لا على أساس طبيعته الخاصة. لقد أصبح المهم في قضية من القضايا التي تتخذ أساساً يشيد عليه الرهان الرياضي هو الدور الذي تلعبه هذه القضية في هذا البناء، لا مقدار ما تتمتع به من الوضوح أو البداهة

و أصبح أن هذا الموقف الجديد وراء مبادئ الرهان الرياضي بشكل محولاً جذرياً في لأفاق الرياضي كلها ذلك لأنه إذا كان الدور الذي تلعبه القضايا الأولية التي يقوم عليها لرهان رياضي هو وحده المهم، لا طبيعة هذه القضايا نفسها، فيصبح من الممكن تنويع

الطريات الرياضية يسوع خيار للمبادئ التي تعتمد عليها وهذا فعلاً أدى إلى قيام  
هندسات غير أوليغية، وفتح برصيات فوق وسعة م تكن توتادها من قبل

وهذا لا بد من ملاحظتين، دفعا بكل نس

إن اختيار لمبادئ أو الأوليات، وبو أنه يتم بشكل اعساطي تحكيمي، فإنه يخضع  
مع ذلك لشروط ومنطقات دقيقة، ستذكرها بعد قليل

إن هذا التصور الجديد لطبيعة امبادئ أو الأسس قد انعكس أثره على البرهان  
لرياضي نفسه لقد كان ينظر إلى البرهان رياضي، قديماً، حتى أنه برهان يؤدي إلى نتائج  
ضرورية كان ساد حده يقول ي أن هذه المبادئ صحيحة صحيحة مطلقة، فإن المقصود  
التي تسع عنها صحيحة صحيحة مطلقة كذلك (لغالب الصوري عند أرسطو) أما اليوم فإن  
البرهان الرياضي أصبح أكثر انوصاعاً به يشبه فقط إلى أنه إذا وصعنا هذه المبادئ  
أساساً للاستنتاج، فما هي النتائج للصورية التي تترتب عنها إن الصورية في البرهان  
الرياضي لم تعد تخص القضايا للبديهة نفسها، بل فقط الرابطة المنطقية التي تجمع بينها في  
السق الاستدلالي وذلك أصبحت البرصيات تحت اليوم بأنها نظام فرضي - استنتاجي  
Système hypothetico-déductif، أي بناء فكري يتم تشييده بواسطة فرض وضع عيب  
الاحتياط، دون النظر إلى صدقها أو كديها إن الصدق لوحيد المطلوب هو حل هذا البناء  
من أي تناقض داخلي

إن هذا التصور الجديد لمبادئ البرهان الرياضي ولطبيعة هذا البرهان نفسه قد أدى،  
بطبيعته الحال، إلى تصور جديد للحقيقة الرياضية عموماً، والحقيقة الهندسية خصوصاً لقد  
كان ينظر عنده إلى نظرية ما من نظريات الهندسة على أنها، في آن واحد، تعبر عن الواقع  
الموضوعي، وبناء فكري مجرد، أو أنها، معاً، مانون من هوانس الطبيعة وحرر من منظومة  
عصبه وبعبارة أخرى لقد كانت الخصبة الهندسية حقيقه واقعية وحقيقه فكرية معاً أما اليوم  
فإن الهندسة تهمل الجانب الأول (ما يتعلق بالواقع) ويركز للهندسة التطبيقية، ولا تهتمظ إلا  
بالجانب الثاني (ما يتعلق بالعقل) وبناء على ذلك أصبحت الحقيقة المعروفة في ميدان  
الهندسة النظرية شيئاً لا وجود له إن صدق أية نظرية هندسية هو دحوها في منظومة معينة  
واسدماحها فيها ولدت فمن الممكن جداً أن تكون انطريات الهندسة المتنافسة، والتي ينبغي  
بعضها بعضاً، صادقة جميعاً، باعتبار أنها تنتمي إلى منظومات هندسية مختلفة أما بالنسبة إلى  
هذه المنظومات نفسها، فإنه لا معنى للقول إنها صادقة أو غير صادقة، إلا إذا كان المقصود  
بتلك صدقها المنطقي، أي اتساقها وحبوها من التناقض الداخلي

لقد أكدنا أن أهم في الأوليات هو لدور الذي نعبه في البناء الرياضي المشيد  
عليها لا طبيعتها الخاصة وبعبارة أخرى إن أهم، ليس الأوليات، بل العلاقة التي تقوم  
بينها ومن أجل أن يمكن لرياضي من الانصراف تمام إلى العلاقات وحدها، ولكي ينحرر  
تحرراً تاماً من تأثير المعنى لواقعي المشخص الذي تحمله الأوليات، بنجاً إلى استعمال لرموز،  
وبالتالي الاستدعاء عن اللمة الهندسية تماماً فهو لم يعد محتاح إلى القول إن هذه المنفعة توجد

على هذا التقسيم، أو أن هذا استقيم مرسوم عن ذلك السطح، هكذا بالكلام العادي، من به «يقول» ذلك بواسطة رموز خاصة يختارها، دون أن يتقيد بأي منطوق معين لها إلا برموز عنه يمكن أن يصح مكانها أية كلمة شاء، ولذلك يتحول الكلام العادي إلى جرس ونعارة أخرى يدمج المنطق في الخبر والخبر في المنطق إن هذا هو ما يسمى بالرمزية Formalisme (أو الصياغة الصورية المحض)

ولهذا يجب أن يأخذنا العجب إذا قرأنا في مقدمه كتاب العالم الرياضي الألماني الشهير ديفيد هيلبرت David Hilbert (١٨٦٢ - ١٩٤٣) الذي قام لأول مرة بصياغة لمقدمه الأوقليدية صياغة أكسيومية، العبارات التالية، حيث يقول «لتخيل ثلاث منظومات من الكلمات

كائنات المجموعة الأولى سميتها فقط وبرمر إليها بـ  $A, B, C$   
وكائنات المنظومات الثانية سميتها مستقييات وبرمر إليها بـ  $a, b, c$   
وكائنات المجموعة الثالثة سميتها مستويات وبرمر إليها بـ  $\alpha, \beta, \gamma$

فالسؤال، كي هو واضح، مسألة تسمية فقط، أي مسألة موضوعه واتفاق ولكني يجرى ههنا كون لعلاقات بين الأوليات هي التي نهم، لا لأوليات نفسها فإن «بدلاً من الكلمات الاتية فقط، مستقيم، مستوي، التي تستخدم في مقدمه، يمكن أن يصح مكتب كلمات أخرى مثل، طاولة، كرسي، كأس بيرة، دون أن نحشى أي مافض»!

العبارة الشديدة بالصياغة لصوريه (الرمزية)، لانطلاق من فروم (أو منتهات) وعبارها مجرد موضوعات كل ذلك يشرح لنا ما قصده برتراند راسل حين قال «الرياضيات علم لا يدري فيه لانسأ أبداً عما يتحدث، ولا يعلم هل ما يقال فيه صحيح أم لا» (الحلقة الأولى إشارة إلى الصوريه (الرمزية) والعبرة الثابت إشارة إلى كون الحدود والفصايا الأولية تؤحد كمواضع فقط)

### ثالثاً. شروط البناء الأكسيومي وخصائصه

إن مجموع الأوليات (أكسيومات) التي يختارها لرياضي لتشييد صرح بناء رياضي معين يشكل هو وهذا البناء نفسه بناء منطق متناسك، ما يظن عليه اسم لأكسيوماتيك: Axiomatique<sup>٥</sup> فالأكسيوماتيك، إذن، هو منظومة من الأوليات يقوم عليها بناء رياضي معين، بناء يختلف عن بناء رياضي مماثل باحلاف الأوليات التي يقوم عليها كل منهي هندسة الأوقليدية وهندسة لوتشيسكي وهندسة ريمان وعبرها من هندسات اللاوقليدية الأخرى بشكل كل منها كسيوماتيك خاصاً، يختلف عن غيره باحلاف أولياته أو

(٥) يعرف بعض المؤلفين العرب المعاصرين كلمة أكسيوماتيك بـ «المنهج الاستدلالي» وبـ «المنهج المنطقي» أو «المنهج المنطقي» ونحن نفضل الاحتفاظ بالكلمة الأصلية معناه «المنهج المنطقي» فضلاً عن أنها أصبحت مصطلحاً علمياً



بعض منها أو إحداهما وقد رأينا قبل أن هندسة أوقيديس وهندسة لويانثيسكي وهندسة ريمان تختلف عن بعضها بعضاً باختلاف أوليه واحدة، هي مسلّمة التواري

هذا، وإذا كان هير هو أول من صاغ الهندسة الأوقيدييه صياغة أكسيومية حديثة فإن العالم الرياضي الألماني موريس پاس Pasch هو أبو الأكسيوماتيك الحديث حقاً فقد حاول سنة ١٨٨٢ صياغة الهندسة صياغة أكسيومية واصعباً الشروط الضرورية لي لا بد أن تتوفر في كل أكسيوماتيك من هذا النوع يقول «نكي نصح لهندسة علمي مساحياً حقاً، يجب أن تكون الكمية التي تسحص بها النتائج مستقلة تماماً، ومن جميع الوجوه، عن مدلول المفاهيم الهندسية، وعن الأشكال كذلك إن ما يجب أحده بعض الاعتبار هو، فقط، العلاقات التي تقيمها انفصالياً (وهي هنا بمثابة تعاريف) بين المفاهيم الهندسية على أنه قد يكون من المناسب، ومن المفيد، لعكس، خلال الاستنتاج، في مدلول المفاهيم الهندسية المستعملة، ولكن هذا ليس ضرورياً بالضرورة، وذلك في نوحه أنه إذا شعرنا بضرورة لتفكير في معنى تلك المفاهيم، فإن ذلك، بالاصط، دليل على أن هناك ثغرة في الأسس التي يقوم به وإذا كانت هذه الثغرة لا يمكن العتب عليها بإدخال تعديلات على استدلالاتنا، فإن هذا دليل أيضاً على أن هناك بعضاً في انفصاليات لخطوة وسائل لبرهان<sup>(٦)</sup>

وعلى هذا الأساس يحدّد باش شروط الأساسيه لي يجب أن تتوفر في كل بناء علمي استنتاجي (كسيومي) يطمح إلى أن يتصف بالصرامة الحقيقية، كما يلي

١ - يجب لنص صراحة على الحدود الأولية (المفاهيم والألفاظ) التي نعزم أن نعرف بها جميع الحدود الأخرى

٢ - يجب لنص صراحة على انفصاليات الأولية التي نعزم أن نعرف بواسطتها على جميع انفصاليات الأخرى

٣ - يجب أن تكون العلاقات المقامه بين الحدود الأولية علاقات منطقية محض ويجب أن تبقى هذه العلاقات مستقلة عن المعنى لشخص الذي يمكن عطاؤه لتلك الحدود

٤ - يجب أن تكون هذه العلاقات هي وحدها التي تتدخل في البرهان، وذلك بمقتضى ما نعرفه من معنى الحدود (لشيء الذي يعني الامتثال كلاً عن الاستعماله بطريقة م بالأشكال الهندسية)

وهكذا نطلق كل نظريه رياضيه أكسيومية من منطقين

الحدود الأولية التي سأحدها بدون تعريف لأنها ستكون وسنه وأداة تعريف باقي

(٦) ذكره بلاشي في كتابه القيم الذي نعهد عليه هذا اسمه انظر

Robert Blanche : *Axiomatique. initiation philosophique* 17 (Paris Presses universitaires de France ١٩٧٠) p ٣٠



الأولى هو الدور الذي تقوم به في البناء الأكسومي، لا طبيعتها أو معناها الخاص بها، ومع ذلك فلا بد أن تكون هذه الملامح معنية ما وإلا فكيف تعامل مع ما ولا معنى له؟<sup>٢</sup>

يمكن القول مبدئياً إن هذه «اللامعرفات» Les indéfinissables ستكتسب معناها من السياق ومعلوم أن السياق سابق للحملة هر الذي يعطي لنكته مدلولها الخاص ونحن نعرف أن الطفل يتعلم معنى تكتيف بالتمثيلها في حمل، كما أننا نهم كثيراً من الكلمات في لعب الأحياء من خلال الحملة بـ هذا النوع من التعريف - التعريف بالسياق - تعريف غير مباشر، وهو أشبه ما يكون بمعدده رياضية ذات معهود واحد فكيف أننا نهم معنى هذا مجهول - أي تنبئ قيمته - من خلال تركيب العادة، فكذلك الشأن بالنسبة إلى اللامعرفات في المنظومة الأكسومية

من هنا يتضح بصورة أكثر جلاء، ما قلناه قبل من أن الأوليات التي تقوم عليها نظرية امتثالية ما، ليست فاسدة لأن يوصف بالصدق أو الكذب، لأنها تشمل على متغيرات غير محدده مسبقاً، هي بالضبط تلك اللامعرفات، وبذلك نقضنا غير أمرها عليها وعدم يعطي هذه المتغيرات قيمة ما، أي عندما نحزها إلى ثوابت، عندئذ فقط تصبح لمسميات صدقه أو كاذبه، وصدقها أو كذبها سيبنى معلماً ناجحاً لـ «الثوابت» التي جعلناها تحمل عمل المتغيرات المذكورة وفي هذه الحالة نحرح من دائرة لأكسيوماتك ندخل في ميدان طبيقاته

إن هذا الذي قلناه يصدد التعريف بالسياق قد لا يشير أي اعتراض أو مناقشة ولكن هذا لا يعني أن مشكله التعريف في رياضيات يمكن حلها نهائياً بهذه الطريقة، إن المسألة أعرض من ذلك وأكثر تعقيداً<sup>٣</sup> ذلك لأن لتعريف بالسياق بطل أن تكون عناصر السياق معروفة، ما عدا مجهول منها طبعاً فلا بد إذن من معارف ستقي منها اللامعرفات معناها ضمن السياق!

يقول اميل بوريل<sup>٤</sup> E. Borel الرياضي الفرنسي المعروف إن ما يميز الأوليات الرياضية عن حدود المطلق وعناصر لعبة الشطرنج مثلاً هو أنها مستقاة بالتنازل والشابه من الأشياء الحسية التجريبية (الخط الهندسي يشبه الخط الممدود بين مساهرين في العالم الواقعي، وكذلك الشأن في الدائره والأشكال الهندسية الأخرى) أما لكائنات لرياضية الأخرى أي ليس لها ما يقابله في العالم الواقعي مثل الأعداد لتخيلية، فلوها تكتسب مشروعيتها من كونها تساعدنا على حل مشاكل رياضية وفيزيائية بطريقة أسهل

لوضع أن مشكله، في الحقيقة، هي مشكلة طبيعة الكائنات الرياضية هل هي من أصل تجريبي أم أنها مجرد أسماء (السرعة لاسمية) أم أنها كائنات ذهنية لها وجود واقعي في عالم لدهن (السرعة الواقعية، المثالب لأفلاطونية) ونذكر مشكلة مساعدها في فصل

(٢) نظر معالنه حول «التعريف في الرياضيات» في François Le Lionnais. Les Grands courants de la pensée mathématique nouvelle ou augmentée humanisme scientifique de demain Paris A Blanchard. 1962)

خاصةً من الآلات الفعلية أو المسترسلة في شرح وتحديد الخصائص + تعريف التي يتصف بها -  
أو يجب أن يتصف بها كل بناء أكسيومي حتى يكون مستوفياً لمشر وط خطونه  
هناك خاصتان أساسيتان لا بد منهما في كل بناء أكسيومي، الأولى بينهما عقل، هم  
استقلال أولياته بعضها عن بعض، وعدم تناقضها في ما بينها فكيف يمكن التأكد من هذا  
وذلك؟

يمكن القول بصفة عامة أن أوليات أكسيوماتيته م، تكون مستقلة عن بعضها بعضاً،  
عدم لا يكون في الإمكان التفرقة على أي من بواصطه لنافي، أم عدم وجوده في الامكان  
ذلك فإن الأولية المبرهن عندها تصبح نظريته فهي هندسة لأوقليدية مثلاً تعبر انقصيه  
بمثاله إن رويلا ثلثت مساوي ١٨٠ درجة نظريته، لأنه يبرهن عندها بواصطه مملدة  
سواردي، وهي أولية مستقلة عن باقي الأوليات لأوقليدية الأخرى، كما لاحظت ذلك قبل  
عدها ك تصدد هندسة نوباتشفسكي. فلو لم تكن هذه القضية مسنقة لم أمكن فهم هذه  
هندسة

أم بخصوص عدم تناقض الأوليات فإن المسألة أكثر صعوبة. قد يقال مثلاً يجب  
تطبيق لأكسيوماتيته على متحررة فهي لتي تمكنا من التعرف على ساقص أو عدم ساقص  
أولياته، وهذا صحيح ولكن ليس من الضروري أن يكون لأكسيوماتيته - وهو بالتعريف  
بناء نظري محض - قابلاً للتحقق منه بالتحرة عن الأقل في مرحلة ما من مراحل تقدم  
العلم. فهندسة التي شتده ريمان، مثلاً، كانت غير قابلة للتطبيق على العلم الواقعي حتى  
جاء أينشتاين وبرهن بنظريته النسبية على أنها أكثر ملاءمة من الهندسة لأوقليدية

هناك طريقة يمكن اعتمادها معياراً لعدم التناقض وهي مسوخاة من الطريقة التي  
ستعمل لتأكيد من استقلال الأوليات، وتلخص في التفرقة على نظرية ما وعلى عكسها  
داخل بناء أكسيومي معين. فكلما كان ذلك ممكناً، كان هذا الأكسيوماتيته يشتمل، على  
الأقل، على أوليتين متناقضتين. غير أن هذا المعيار، وإن كان وحده الصالح لمعرفة ما إذا  
كانت أوليات أكسيوماتيته متناقضة أو غير متناقضة، سنس من لهن تطبيقه دوماً ذلك  
لأن السائج والنظريات التي يمكن تشييدها داخل أكسيوماتيته م، هي في الغالب، غير  
محدودة فمن الصعب جداً استبعاد جميع السائج التي يسمح بها بناء أكسيومي ما، لشيء  
لدي برت حبال الوقوع في التناقض حتمالاً قائم إن مأنه الساقص هذه هي إحدى  
الصعوبات التي لم يحل عنها بعد أنصار هذا الاتجاه لأكسيومي نعتاً تام، وبدونك فهي ما  
برال إحدى الصعوبات الأساسية لمعلفه

إن حاصلي الاستدلال وعدم التناقض شرطان ضروريان في كل بناء أكسيومي، وهناك  
خصائص أخرى لسب في مثل هذه الضرورة، ولكن قد يتصف بها البناء النظري لذي من  
هذا النوع، م

٨) نظر المصنف المربع والخمس من هذا الكتاب

١ - الانغلاق والامتصاح يقال عن أكسيوماتيك ما أنه مطلق Sature عندما لا يكون في إمكان صفة أولية مستقلة حديده إلى أوبياته، وإلا أدى ذلك إلى إحداث تناقض فيه، ويكون مفتوحاً Ouvert في الحاله الخالفه ومن الممكن فتح الأكسيوماتيك المعطى بأن نزع منه إحدى أولياته وفي هذه الحاله يصبح ضعيف من حيث النص، عباً من حيث لاستعراق " (النص Compréhension، لاستعراق Extension)

٢ التكافؤ l'équivalence يكون بين أكسيومي ما مكافئ لبيء أكسيومي آخر، إذ كان الاختلاف بينهما قائماً فقط في الصياغة والتركيب، أي إذ كان معاً مؤسسين على نفس الحدود والقضايا التي تؤخذ في أحدهم على أنها أوبيات، وتؤخذ في الآخر على أنها مشتقات ويعبره أخرى يقال عن نظامين أكسيوميين أنهم مكافئان إذ كتب كل قصيه في الأول يمكن البرهه عليها في الثاني أو لعكس وأيضاً إذ كان كل حد في الأول يمكن تعريفه بواسطة حدود الثاني، أو العكس

٣ - التقابيل Isomorphisme (من iso ومعناه نفس، و forme معناها الشكل أو لصورة) هي أن الأكسيوماتيك بء نظري مجرد، فإنه من الممكن عصفه بحقيقت مشحونه مختلفه، وتسمى - بالطرز، عندما تكون هذه الطرز لا تختلف فيما بينها إلا بسند الدلالات، بنشخصه التي يعطيه للأوبيات التي تعبر عليها، وعلمت تعود أي الطرز بعضها لتطابق مع بعضها بعضاً، عندها يهمل تلك الدلالات المشخصه ويقصر اهتمامنا على الخات الصوري مجرد وحده، فإن أي الطرز تسمى حينئذ بالطرز المتقابله Modèles isomorphes أي التي هي نفس البنية المنطقية لأحد مثلاً هندسه الأوقيديه هود غير، عن الأقل، إحدى مسئلتها (مسئله لواردي مثلاً) فإن نحصل على نظريات، أو هندسات مختلفه (هندسه لوباتشيفسكي، هندسه ريمان ) ونسمى في هذه الحاله هندسات متجاورة وإذا أخذنا الآن إحدى هذه الهندسات وصعناها صياغة منطقية مختلفه (صياغة هير وصياغات أخرى ) فإننا نحصل على منظومات أكسيوميه متكافئه أم إذا أخذنا إحدى هذه المنظومات وطبقناها على المنحرة، فإنه من الممكن أن نجد لها عقيبات مختلفه، أي طرزاً حديده سميها طرزاً تقابليه أو متعابله"

## رابعاً: نموذجان أكسيوماتيك العدد وأكسيوماتيك الهندسة

من المحاولات المرائده لتأسيس رياضيات على الطريقة الأكسيوميه تلك التي قام بها الرياضي الايطالي بيانو G Peano (١٨٥٨ - ١٩٣٢)، الذي صاغ نظرية أكسيوميه للأعداد

(٩) النص هو مجموع الخصائص التي يشتمل عليها مفهوم من المفاهيم والذي تحدده تحديد تاماً أم الاستعراق أو الشمول فهو مجموعه الأفراد أو العناصر التي يصدق عليها ذلك المفهوم تعريف الانسان أنه حيوان عاقل تعريف بالنص أم تعريفه بكونه ذك من الكائنات مثل محمد وإبراهيم وعلي وأحمد فهو تعريف بالاستعراق

Bianché I. Axiomatique pp 45 ff

(١٠) نظر مريد من العناصر في

لصميمية لصحيحة ساهى على ثلاثة حدود أوله هي الصفر، فعدد، انساني لـ Le succes  
scut de وحس قصدا أوليه هي

١ - نصفر عدد (طبيعي صحيح)

٢ - الذي عدد عدد

٣ - لا يمكن أن يكون لعدد من، أو أكثر، نفس لثاني

٤ - ليس الصفر ساهى لأي عدد

٥ - إذا كانت خاصية م تصدق على الصفر، وإذا كانت هذه الخاصية ضعف تصدق على  
عدد ما، فتصدق أيضاً على العدد الثاني، فرب تصدق على جميع الأعداد (مبدأ الاستقراء)

وإذا تأمل قليلاً هذه المصايب الأولية الخمس ملاحظ

١ - أنه بالإمكان تعريف العدد «واحد» بأنه من لمعد صفر، ثم لعدد «اثنان» بأنه مال  
لعدد «واحد» وهكذا سهر صعد مع سلسلة الأعداد

٢ - يمكن أن نعطي للحدود الأولية الثلاثة، أو لمعضها، معنى أو معاني غير تلك المتعارف  
عليها، ويسمى اسماء الأكسيومي ساهى صحيحاً (مطلقاً) فإذا احتفظنا لكلمة «تد» بمعناها  
العاد، وحمل الصفر بدل على عدد م، مثل ١٠٠، وعيب كلمة «عدد» ما يتلو ١٠٠ من  
الأعداد فإن القصايب الخمس المذكورة تنظر سليمه فباله لتحقيق، وكذلك لشأن في  
الطريات التي يستتبع منها ويمكن كذلك «لاحتفاظ للصفر بمعناه المعتاد، وحمل كلمة  
«عدد» تدل فقط على الأعداد الزوجية وكلمة «س» على الثاني لثاني (أي الزوجي) كما يمكن  
أن نسمي - وصفره العدد ١، و«الثاني» العدد نصف وفي هذه الحانة بدل كلمة عدد على  
حدود السلسلة لآتيه

$$\frac{1}{8} \text{ و } \frac{1}{4} \text{ و } \frac{1}{2} \text{ و } 1$$

ومكدر، فإن ما يعنيه هذا الأكسيوماتيب، ليس فقط الأعداد الحسابية، بل إنه يحدد  
به أعم هي به المتواليات على العموم التي تشكل سلسلة الأعداد الطبيعية مثلاً لها من جملة  
أمثلة أخرى<sup>١٣</sup>

٣ - لف القصية الخامسة فهي تشير إلى اطراد العمليات الحسابية مثل الجمع والطرح  
والضرب الخ، فالعملية الحسابية التي تصدق على عدد م أو جملة أعداد معينة تصدق

(١١) الأعداد الطبيعية الصحيحة (Les entiers naturels) هي سلسلة الأعداد للتدوين ١، ٢، ٣،

٤، وسمي أيضاً بالأعداد لأصليه

(١٢) الأمثلة السابقة بربر مد راسل انظر تحليله لأكسيوماتيك يسانوي بربر مد راسل، أصول

الرياضيات، م حمد مرسى أحمد وأحمد عزاد الأهوازي، مكتبة الدراسات القصية، ٣ ح، ط ١ (القاهرة

جامعة الدول العربية، دار المعارف، ١٩٥٨)، ج ٢ خاصه

على حجب الأعداد وهذا ما سميته بوانكاريه بالاستقراء بالتكرار Par récurrence  
induction<sup>١٣</sup>

هذا نموذج من أكسيومات لعدد أما في ميدان الهندسة فقد سقت الإشارة من قبل  
إلى الرياضي الألماني هيلر الذي أعاد صياغة هندسة الأوقليدية معرضها عرضاً أكسيومتياً بمتار  
بالدقة والنصوص وبيسك اعطى ، وكان ذلك عام ١٨٩٩

لقد بنى هيلر نظامه الأكسيومي لهندسة الأوقليدية على ٢١ أولية وأصبح أن هذه  
الأوليات لو حدة وعشرين ضرورية وكافية لدرجة بدقة وصراحة على جميع القضايا معروفة  
في هندسة الأوقليدية، المستوية منها والمراعية وإذا كان هيلر قد احتفظ لأوليياته بمعاني  
هندسية حيث يتعلق الأمر بالنقطة والمستقيم والمستوي، فإن ذلك لا يمنع من استبدال هذه  
المفاهيم هندسية بكتليات أخرى مثل طاوله، كرسي، كأس، (أي ثلاثة أنواع من  
تكاثرات، كما شربنا إلى ذلك قبل) شرطه أن يفصل هذه الكليات (أو الكائنات) نفس  
العلاقات التي تربط تلك الأوليات

لقد حرص هيلر على النص صراحة على جميع الأوليات التي تقوم عليها هندسة  
الأوقليدية فمكّنه ذلك من الكشف عن أوليات كانت تستعمل في هذه الهندسة، ولكن شكل  
صحي فقط، أي دور التصريح بها، ثم صنف مجموع هذه الأوليات إلى خمس مجموعات كما  
يلي

١ - أوليات الترابط Axiomes d'association وهي تلك التي نقيم ر سطه معيه بين  
الكائنات موضوع الدرس، أي المفاهيم الهندسية الثلاثة النقطة، المستقيم، المستوي ومن  
هذه الأوليات القضايا التالية على سبيل المثال «القطبان المتباينان محددين، دوماً،  
مستقيماً، والقطر لثلاث لتي لا تقع على مستقيم تحدد مسرباً دوماً»<sup>١٤</sup> الح

٢ - أوليات التوزيع Axiomes de distribution وهي تحدد العلاقة المعترعها بكلمة «بين»  
entre وتسمح، انطلاقاً من هذه للعلاقة، بتوزيع القطر على مستقيم، ومستوي، والمراع

٣ - أولية المتوازي Axiome des parallèles وهي تخص مسلمة أوقليدس المعروفة

٤ - أوليات التطابق Axiomes de congruences وهي تتعلق بالتساوي الهندسي

٥ - أولية الاتصال Axiome de la continuité وتعلق بما يعرف بـ «مذبيبة أرخميدس»

(١٣) انظر في قسم النصوص صفاً بوانكاريه يشرح فيه هذا النوع من الاستدلال

(١٤) للحصول على تفاصيل أخرى، انظر مثلاً Godeaux. Les Géométries collection Armand Colin (Paris. Armand Colin, (s.d.)).

كما يمكن الرجوع إلى Ford hand Gonseth Les Fondements des mathématiques de la géométrie d'Euclide à la relativité générale et à l'intuitionisme préface de Jacques Hadamard (Paris A Blanchard 1926 ص ٢٢٤)

انقائه إذا أصف باتباع جزء مستقيم إلى نفسه مرات موزونة انطلاقاً من نقطة على مستقيم، فإنه يمكن دوماً تجاوز أو تعدي Dépasser أنه نقطة في هذا مستقيم، كنقطة ب، فهي تعدت هذه النقطة

هذا وقد حرص هير بالإصافه إلى التخصيص صرحه على جميع لأوبيات والبرهه، انطلاقاً منها، على جميع التصورات المعروفة في هندسه الأوقيدييه، حرص على بيان عدم وجود ناقص من أوبياته، وبرهنة على استقلاله وقد خافى مسألة عدم تناقص إلى سحبال حساب، حيث أعطى توكيلاً حسابياً لمطلوبته لأكسيومه عما أقرر عدم وجود ناقص فيها (مع لتسيم ضعف لعدم ناقص الحساب) أف بخصوص مسأله الاستقلال فقد عمد إلى لبرهه على استقلال أولياته بناء منظومات أكسيوميه متناكسة يستعني فيها عن إحدى لأدليات، كم حدث بالنسبة إلى هندسة اللاأوقيديه لي شيدت بالاستعناء عن مسمة أوقليدس وقد برهن هير على استقلال مسمة الانحناء عد أرخيدس عن هندسة لا أرخيدية

### خامساً. القيمة الايستيمولوجية للمناهج الأكسيومي

ليس المنهج الأكسيومي طريقه مدعة في لتفكير، بل هو أسلوب في الاستنتاج قديم قدم التفكير المنطقي نفسه وإنما الحديد في الأمر هو صياغة هذه لطريقه كمناهج مقس له أصوله وقواعده، هي في الحملة تلك الشروط والخصائص التي شرحها قلبي إن هذا المنهج بالنسبة إلى لتفكير كفو عد النحو والصرف لغة فكما أن عرب الحولية مثلاً كانوا يتحدثون لغة العربيه بطريقه سليمه قبل صياغة قواعدها لنحوه والصرفيه صياغة مقنة، فكذلك لشأن بالنسبة إلى التفكير الأكسيومي

وردد، فإن الأمر هذا لا يتعلق باختراع جديد، بل فقط باستعمال منهجي ممس لطريقه كات مستعمه من قبل، شكل أو آخر، طريقه يهجه لتفكير لشري، نكيفية لأواعيه، سواء في ميدان الرياضيات أو منطق، أو في ميدان العلوم الاستدلاليه لأخرى إن هذا الاستعمال التواعي المنهج والمس لطريقه الأكسيوميه هو ما يشكّل بحق إحدى المعالم الرئيسيه لي برر أصانة التفكير الرياضي والعلمي المعاصر

نعم لقد نعرّض هذا المنهج، عندما بدأ يظهر في شكله الحديث، في لنصف الثاني من القرن الماضي، لانتقادات شديدة، مدعوى أنه مهج حذب عديم الخلو، قد بعيد في تنظيم اععارف الموجوده، ولكنه لا يساعد على كشف حقائق حديده وكان هناك من رأى فيه مجرد شطحات فكرية، أو مجرد لغة نظرية شبيهة بلغة الشطرنج، خصوصاً والمبدأ الأساسي في هذا المنهج نصي ضروره الاعمال التام لمعاني الحدود والعصاب والاهتمام فقط بالعلاقات

(١٥) المقصود بالحساب هنا هو ديكارت المعروف من الرياضيات عدم الحساب في مقابل الهندسه



كان ذلك بعض أوجه ردود الفعل التي أحدثتها الأكسيوماتيك عندما قام لأول مرة كمبرج و صبح بعدم، بتحديد المفاهيم، وبعد أن برهنت الطريقة الأكسيومية عن فعاليتها منذ مطلع هذا القرن، ليس في ميدان الرياضيات وحسب، بل أيضاً في ميدان العلوم التجريبية التي بلغت درجة راقية من التجريد كالفيزياء النظرية، فلا أحد يدارع في كون هذا المنهج هو أحد الأركان الرئيسية التي قامت عليها - ونهزم - الثورة العلمية المعاصرة

وبهذا هنا أن تشير سيجارد إلى بعض حواشٍ الخصلة العلمية والفلسفية للمنهج الأكسيومي ومكاسبه بطقه في المجالات المختلفة لمعرفة بشرية

١ - ليس هذا من شك في أن المنهج الأكسيومي أداة للتجريد والتحليل بالغة الأهمية أداة تفتح أمام الفكر باب التجريد لتوسع ما يمكنه وتطرح أمامه مسنمراز آفاق جديدة وإمكانات جديدة في المضي قُدماً في العالم المجرد. إن الاتصال من نظرية مرتبطة بالمشخص إلى نفس النظرية وقد صيغت صياغة أكسيومية، ثم صياغة محض رمزية، خطوة هامة جداً في إنشاء الفكر الشري وإكسابه قدرة لا تُحد على معالجة أكثر القضايا تجريداً وعميقاً. إنها خطوات لا يساويها في الأهمية سوى تلك الخطوات التي يحطوها علماء من العدد المشخص (كومة من الأقلام أو من الحصى مثلاً) إلى العدد الحسابي (١، ٢، ٣) ومن الحساب إلى الجبر، ثم من الجبر الابتدائي - الكلاسيكي إلى الجبر الحديث (في الجبر الابتدائي تكون الأشياء وحده غير محددة، أما في الجبر الحديث فإن الأشياء والعلاقات التي تقوم بينها تبقى غير محددة تحديداً تاماً، وإنما يكتفى فقط ببعض الخصائص الأساسية المجردة لتجريد كبير)

٢ - إن هذا الانتقال من مستوى أدنى إلى مستوى أعلى، على صعيد التجريد يفتح أمام الفكر قافلاً جديدة حصص، ويساعده على تنظيم المعلومات والمعارف التي اكتسبها تنظيم حكماً، ودرجتها في النهاية إلى مجموعة قليلة من المبادئ والظواهر المبسطة بدعة. إن السير أشواطاً في ميدان التجريد يرافقه دوماً تقدم مماثل في مجال التعميم. وكما قال ب. رسل فإن أهمية التعميم إنما تكمن بحق في تحويل الثوابت إلى متغيرات، الشيء الذي يمكن الفكر من معالجة أكثر القضايا تعقيداً وعموماً بمرور الوقت. إن هذا فعلاً - تحويل الثوابت إلى متغيرات - هو ما يفعله العالم الرياضي الذي يستعمل المنهج الأكسيومي، عندما يصنع مكان كلمة «المستقيم» لرمز «س» ومكان كلمة «المطابقة» لرمز «ص». إن الكلمتين مستقيم ومطابقة، تدلان على معنيين ثابتين، أما عندما يصنع مكانها «س» و«ص»، فإن تحويلها إلى متغيرين يحصران فقط للعلاقات التي نقيسها بينهما الأوليات التي اطلعت منها أول الأمر، وبالتالي يصبح في الإمكان إعطاهما معية أخرى عندما يريد الدور من ميدان الأكسيوماتيك إلى ميدان تطبيقه

٣ - وهكذا فإن صياغة نظرية ما، صياغة أكسيومية، بغض الطرف فيها نهائياً عن الدلالات المشخصة والمحدوس الحسية، تجعل قدحين، ليس فقط على التفكير في نفس النظرية بشكل أكثر صفاء ودفعة، بل قادرين أيضاً على أن يصنع لأنفسها بعض العملية أداة

دهمية متعددة الصورة قابلة للتطبيق على نظريات التي تشكل مع الأولى طرراً متعامداً إن  
لنظريته، يصاغ صياغة أكسيومية يصح حينئذ إثباته دالة نظرية، أو عبارة عن قالب  
منطوق المشخص إن الأكسيومات من هذه الناحية أدته تمكّن من الاقتصاد في  
المجهود الفكري، وذلك بجمع عدة نظريات في نظرية واحدة، وبالتالي التفكير في المتعدد من  
خلال الواحد

٤ - أصح بل ذلك أن مباح الأكسيومي يساعدنا مساعدة كبيرة على تنظيم معارف  
وسيت محلل العلوم في قوالب جديدة أكثر وضوحاً ودقة إنه مباح يساعدنا على اكتشاف  
التناظر بين النظريات المتفرقة التي يصعبها علم واحد، أو تنوعها مجموعها من العلوم، مما  
يمكن من لبطة مكرّرة على نظريات التي تنو ظاهرياً متماثلة، وذلك باستخلاص النتيجة  
المشتركة بينها إن استخلاص هذه النتيجة سيمكّن، ولا شك، من أن نعلم، بواسطة  
عملية تركيبة، على مشاهد عقلية وسعة عية لم تكن تشيها قبل إلا كأجراء متنازع، حافنة،  
الشيء الذي يفتح أمام الباحث باب الاكتشاف والاحتراف واسعاً حصاً، بعد أن انطلق من  
مبادئ وقضايا محددة بدقة، وسار على طريق معتد صلب، وعياً كل الوعي بجميع الخطوات  
التي يقطعها، ولأصاف التي يصحبها ليتحد منها منكرات جديدة، تساعد على السير قدماً  
في الأمام

٥ - ليس هذا وحسب، بل إن الطابع الآلي لمخطوطات الأكسيومية، المصورية الرمزية،  
يسمح بالاستعانة بالآلات الدقيقة، والاحتياط بالمجهود الفكري البشري لعمليات أرقى أو  
أعلى وهكذا يحصل الصياغة لصورية الرمزية للنظريات، وبفضل الطريقة الأكسيومية، التي  
تمكّن من اكتشاف الطور المتعاقب في هذه النظريات، أصبح بإمكان العقول الإلكترونية أن  
تقوم بالسهر عن الإنسان بإجراء العمليات المعقدة التي كانت تستغرق وقتاً طويلاً وتعرف  
بمجهوداً عظيماً، وطاقة فكرية هائلة

تلك كانت بصورة إجمالية، فوائد مباح الأكسيومي، على صعيد التفكير، صعيد  
التحليل والتجريد والتنظيم أم قيمته الأيستيمولوجية بالنسبة إلى مختلف العلوم فيكمي  
سبها أن تشير إلى الجوانب التالية

في ميدان الرياضيات يمكن القول الآن إن وجه الرياضيات قد تغير راسماً على  
عقب، بعد أن صيغ مختلف فروعها صياغة أكسيومية وهكذا، بدلاً من التصنيف  
لعمليتي للرياضيات، حسب موضوعها، إلى حساب وجبر وحساب تعاقب وهندسة، نجد  
أصبحت اليوم أهم تصنيف جديد أكثر وضوحاً ودقة، تصنيف يقوم على أساس العلاقات  
والبيئات التي تشكل من هذه العلاقات بعد كان التصنيف القديم للرياضيات أشبه  
بالتصنيف القديم (لأرسطو) للحيوانات، إلى حيوانات مائية وأخرى بحرية وثالث جوية  
أما التصنيف الجديد للرياضيات فهو أشبه ما يكون بالتصنيف العلمي لمملكة الحيوان،  
وامرئوكر على تماثل بيئتها، لا على شكلها أو مخالف الحيوي إن تعبير سحنة العلوم

لرياضيه يد انشكل كان احد عوامل برئيسيه التي ساعد على المثلث على ارضه لأسس  
لي وعرب أركان نعلم الرياضي في أو ثل هذا القرن

أما في ميدان العلوم لطبيعيه. فإن أول ما يمكن قوله هو إن امهاج الأكسومي بسر  
سيراً حيث نعرف العلوم الفيزيائية، خاصة منها فيزياء الأشياء الصغرى جد ( ميكرو فيزياء )  
وفيزياء الأشياء نكبره جداً (ميدان لفصاء) وإذ كان هذا امهاج م يجد بعد سيله إلى  
علوم لطبيعيه لأخرى كالفيزيولوجيا، مثلاً، فيما دلت، إلا أن هذه العلوم ما. اب ترخف  
على المدرجات الدب من سقم التجرد. وبكفه عمه يمكن بقول - مع ثلاثي - إن تاريخ  
علوم يكشف ب عن مرحل أربع تقطعها علوم في بقدها من شرحه انوصفيه، بل  
مرحله لاستعرابه، إلى مرحله الامساحه، وأخيراً لمرحله الأكسوماته وهكذا فالعبراء  
ابي كتاب وصفية (نعي سالكيفيات) عند اليونان وفي القرون الوسطى، وبي أصبحت  
استقرائية (كمية) ابتداء من قرن السابع عشر، ثم مستاحه في القرن التاسع عشر، قد  
دعت الآن مع القرن العشرين مرحله عالیه من التطور، قد مكن من صياغه كثير من  
قضاياها صاغه أكسومية لقد أصبحت الفيزياء اليوم كما يقول Destouches " غير قابلة  
لفياس الرامي، أي تحديد الموقع وسرعة في آن واحد، إنها اليوم فيزياء علاقات، فيزياء  
سوية تتوقف فيها الحدود على العلاقات، على خصائص سظم الأكسومي لي شرحه  
سابقاً"

(١٦) نظر قسم النصوص، حيث اد جا بصفا في موضوع الأكسوماتيك وحجوده

Blanché, I. *Axiomatique*

(١٧) ذكره بلاشي في  
وصيغ ما يعيه فيوش هنا، عند سعرض في خبره الباب من هذا كتاب أهم التطورات التي عرفها  
الفيزياء حديثه

(١٨) سطر قسم النصوص حيث يجد بصوص مهمه حول الأكسوماتيك، و تعبه الأكسومية

برياصيات حديثه خاصه بـ بـ ناكي

## الفصل الثالث

# نظرية المجموعات وأزمة الأسس

### أولاً. أهمية فكرة الاتصال في التحليل

حدث في فصل مباحث عن هندسة الحبله التي أشاع ديكارت، وكما قد لاحظنا أنه قد كان ديكارت قد حوّل هندسه إلى جبر فإنه قد سعى، مع ذلك، شكلاً هندسياً معيناً هو استعماله الذي تحدّد به الأشكال الهندسية بواسطة الإحداثيات في الدوال كما حصل «التحليل» يبقى مرسطاً بأصله هندسي، ويعتمد بذلك فكرة الاتصال وهكذا فدرسه الأشكال الهندسية بواسطة الدوال ترتكز في الحقيقة على الفرضية البديهية، وهي أن قيم الدالة تتابع بدون تقطع أو انفصال كما تتابع نقاط المستقيم تسليماً مطرداً لا فجوة فيه ومن هذه الفرضية يستمد الدالة تعريفها فلهذا عرفها ليسر بأنها الدالة الهندسية التي يمكن أن يعبّر عن علاقتها منصفة متتابعة بين كميتين متغيرتين نحن نعرف مثلاً أن الحديد يتمدد بالحرارة، وأنه كلما ارتفعت حرارته زاد الحديد تمدداً<sup>١</sup> ويمكن أن نرسم رسماً بيانياً يوضح فيه انفعاله بين تعبير الحرارة وتعريف تمدد الحديد، فنحصل على خط متصل بشكله لعلم المساحة للدرجة الحرارة. وهذا الخط الذي ترسمه لدله والذي شكله انفعاله هو أساس حدس الاتصال، أي حدس أن يكون وهذا ما سمي أيضاً بالحدس الهندسي

ظل هذا الحدس الهندسي حتى منتصف القرن الماضي مقبولاً، يفرض نفسه وطلب لدواء قائمة على أساس فكرة الاتصال هذه وكأن ذلك حصيه ملازمه في ضروره ولكن تقدم الرياضيات، وتقدم التحليل نفسه، أدى إلى اكتشافات عرسته لا تقبل هذا الأساس ولقد اكتشف ليرناصي الفرنسي كوشي (Cauchy) (١٨٢٠) (دالة مفصلة) وأدخل لأعداد الحقيقية في الدوال واكتشف عدم الاتصال وبين ستراس (Weierstrass) (١٨٤٠) أنه

١ ذلك ضمن حدين معينين - حد أدنى وحد أعلى

منعصه، ولكن لا نفس التفاصيل، وكان الاتصال والتفصيل ملازمان في ذلك حين وعكس  
 ريمان (1859) من إنشاء دالة منعصه نفس بكامل، مع أن التكامل كان ملاماً  
 بالتفاصيل فعمم بذلك نظريته كوشي. وهكذا وجد الرياضيون أنفسهم أمام اكتشافات  
 عربية تبحث عن نفس ركنها نفس في الوقت ذاته فاقوا وأبغوا أمام التحليل إلى إدخال  
 لأعداد التخيلية والمركبة في ميدان التحليل وقد حلّ كثير من مشاكل، فعلى هذا لا حرج  
 والمجدد، وأصبح لأعداد تخيلية «موضحة» راحة حتى قال برنشتاين أصبح نفوس ناسخ  
 عشر قرناً الأعداد التخيلية

عن أن الأمر لا يقتصر على إدخال نوع جديد من الأعداد - وكان يحسب قد اقتصر  
 في ذلك الوقت على الأعداد الطبيعية والأعداد الصحيحة - بل تعدى في الإمكان، بفصل هذه  
 لكثبات رياضية جديدة - لأعداد تخيلية ومركبة - التحلي عن فكرة الاتصال الهندسي،  
 وخلال العدد الصحيح مكافئ وبالتالي بناء لتحليل كله عن فكرة العدد كتيب رياضي  
 فرنسي حول تشاري Jules Tannery عام 1886، يقول «يمكن بناء لتحليل كله على  
 أساس مفهوم العدد الصحيح، الموحى وعملياً الجمع التي أخرى عليه وليس هناك من  
 دغ إلى البحث عن مسألة أخرى ستتم من بواقع التحريبي (يشير بذلك إلى الهندس  
 هندسي) - مشككة الالتماسي لم تعد لأن سراً، بها ترد إلى ما يلي كل عدد صحيح  
 يسعه عدد صحيح آخر»

من هذا انصرف الرياضيون إلى دراسة أنواع الأعداد ومحاولة إدهاء إلى العدد الصحيح  
 الموحى وكان طبعياً أن يسموا مفهوم عدد نفسه، أي مشككة الأساس الذي يرد أن  
 تؤسس عليه الرياضيات كلها. لقد كانت لرياضيات مؤسسه من قبل على أساسين  
 اثنين مفهوم العدد (الاتصال) ومفهوم الخط (الاتصال)، ولذلك كان يقال أن موضوع  
 الرياضيات هو لكم تفصيل وتكم لتفصيل وعندما تحوّل الخط إلى أعداد، تعدد  
 التحليل، أصبح لعدد هو الأساس بوجه لكل فروع الرياضيات

وكما يحدث دائماً، فإن انصراف جهود في ميدان واحد يؤدي دوماً إلى توسيع هذا  
 الميدان، وأحياناً إلى اكتشاف عن صعوبات جديدة وهذا ما حدث بالفعل بعد أن  
 الاهتمام بالأعداد إلى توسيع ميدان العدد نفسه، ومن ثمة الأمثلة بصعوبات نالها وهذا  
 يبرر سم لعالم الألماني شهير جورج كانتور George Cantor (1845 - 1918) الذي قام  
 بدراسة هامة جديدة على الأعداد للامتاهية والأعداد شحاورة بالأعداد للامتاهية Nom-  
 bres transfinis [مشرح معاد في بقصة ناسخ] كما أرسى دعائم نظرية المجموعات  
 Théorie des ensembles التي سنصلح لها المكانة الأولى في الرياضيات الحديثة

٢) من يدخل هذا في تعريف العدد ونظريات التي شيدت في هذا تعدد ويمكان الفاروق أن يرجع  
 إلى الكتب الحديثة وفي مقدمها برتراند راس، أصول الرياضيات ترجمه محمد مرسي أحمد أحمد مؤاد  
 الأهواي بكه الدراسات الهندسية، ج ٣، ط ٢ (القاهرة: جامعة الدول العربية، دار معارف 1958)  
 وسعطي مقطع لا - بل حول أساس الرياضيات في فترة مائتين

بعد رحيل فكرة المجموعة Ensemble ميدان تحليل عندما لوحظ أن بعض الدوال قبل التحديد منها كانت قيم شعيرة، وأن بعضها الآخر لا يقبل التحديد إلا عندما يكون معبر عددًا صحيحًا. هذا ظهرت فكرته معاً في مجموع القيم التي يمكن أن يعطى لبعضها، وبالتالي فكرته استقر إلى قيم عددها كـ مجموعة. فكان من دأبه ذلك أن يندرج أن هذا هو المقيد المتبعه درسه لدول، الأنصر ف إلى دراسته مجموعات، فالتعب هذه لدرسه ونظريات حتى أصبحت الرياضيات كلها ترتد إلى نظرية المجموعات (كان من المتحمسين هذا الاتجاه الجديد، لكنه تأسس لرياضيات كلها على نظرية المجموعات طريق من الرياضيين الفرنسيين نشأ لدير يشرون أبحاثهم تحت اسم مسعكر هو Nicolas Bourbaki، وذلك منذ عام ١٩٣٩)

في هي نظرية المجموعات هذه، وما هي لصعوبات التي أثارها وبني سبب في ما طلق عليه في بدايه هذا القرن وأزمة لأسس؟

## ثانياً نظرية المجموعات ومفاهيمها

نظرية المجموعات نظرية رياضية تعنى خاصة بالتألف Combinator بين لأعداد وهي سطلق من ثلاثة حدود أوبه - لا معرفة - هي المجموعة، لعنصر، يشمي وكما أوضحنا ذلك قبل عند الحديث عن الصاعه الأكيومية، فإن معنى الحدود الأوية لا بهم، إذ بهم هو العلاقات القائمة بين هذه الحدود وهكذا فإن نظرية إلى هذه الحدود لأولية الثلاثة بني تأسس عليها نظرية المجموعات، تحدها عن ذات معنى في الرياضيات إذ أحدث مفردة ولكن القضية التي تركز بوسطها ما معنى واضح مثال ذلك «العنصر ينتمي إلى المجموعة أ» أو «العنصر ح لا ينتمي إلى مجموعة د»

و صرح إذن أن المجموعة سأل من عناصر ولكن لا بد أن يكون كل عنصر من عناصر المجموعة محدد بوصف، يتميز عن لعناصر الأخرى، ولا بد أن يكون اسماء هذه لعنصر إلى المجموعة سواء واصفاً بجميع

وذن، فالمجموعة مفهوم أولي يدور على حشد من الأشياء المبهمة أو للامتهية لعدد، منها كانت طبيعة هذه الأشياء كونه من الحصى، صلوات من نظائر أو الويد، عقود عت، سلأ لمون، قطع من المشبه أو سرت من الطيور بركة رياضية، تلامذه فم أو مدرسه، الأعداد الطبيعية أو غير الصنعة الح والذي يميز لمجموعة عن الحشد هو وجود رابطة تجمع بين أعضائها، أي العناصر لمكونة لها فالمجموعة هذه الأعداد هي جملة من لعناصر بربطها رابطة ما، رابطة هي عاده عن خاصية ما مشتركة بين لعناصر بها الخاصية التي تميز، مثلاً، قضيباً من الطباشير عن حبه الحصى، وقمر حبه الحصى عن حبه لعنصر الح الح وهكذا فإن كانت الفرقه الرياضيه، أو طله سم من أقسام نكديه، يشكل كل منها مجموعة بوجود رابطة غير أعضاء الفرقه لرياضيه ورابطة أخرى تميز طله الكلبيه،

دون واشتد هكده على الاصطلاح - لا يشكون مجموعه في الاصطلاح الرياضي سدي  
بحسب تصديده، لأن مفهوم الشاب مفهوم غير محدد، إذ لا يمكن التعبير بسهولة بين اشتد  
وغير الشاب، لي حين أب غير بوصوح من الطالب وعر لطالب من اشباب

أما عدد عناصر مجموعة فهي - لا يتم بالنسبة إلى وجودها فقد يكون المجموعة  
مشممة على عدد لا نهاية له من العناصر - كما هو الشأن مثلاً في المجموعة التي عناصرها  
الأعداد الطبيعية - وقد يكون المجموعة مشممة على عنصرين، أو على عنصر واحد فقط  
وقد يكون فارغة لا تشتمل على أي عنصر

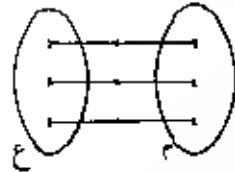
ومن ممكن كسك توزيع عناصر مجموعة ما إلى أجزاء في كل جزء منها عنصر أو  
عصرين أو عدد عناصر، ويسمى جزء المجموعة *Partie* أو مجموعة جزئية *Sous-ensemble*  
(هذا الاصطلاح الأخير هو المستعمل أكثر) وهكذا فجزء لكتب مجموعة غير أنه يمكن  
نصف هذه نكتب إلى مجموعات جزئية حسب الحجم أو لاده أو غير ذلك من الاعتبارات  
فقد كانت هذه المجموعة تشتمل على كتب النحو والأدب والتاريخ ولا تشمل على كتب  
الرياضيات مثلاً، أمكننا بحركه هذه المجموعة إلى أربع مجموعات جزئية هي مجموعة جزئية  
تشتمل على كتب النحو، ومجموعة جزئية تشمل على كتب الأدب، ومجموعة جزئية تشتمل  
على كتب التاريخ، ومجموعة جزئية فارغة هي الخاصة بكتب الرياضيات غير وجوده فكان  
مجموعة لكتب كانت تشتمل على كتب الرياضيات، ثم سحب منها هذه الأخيرة -  
الرياضيات - وبقي مكنها فارغاً ونقول عن المجموعة الجزئية (ب) إنها ضمن *Inclus dans*  
المجموعة (أ)، في حين نقول عن العنصر (ج) أنه ينتمي *Appartient* إلى المجموعة وهذه  
فالاتجاه خاص بالعناصر، والضمنية خاصة بالمجموعات الجزئية وهذا مجرد اصطلاح وليس  
سديك نأرسم كما يلي



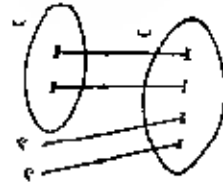
فمجموعة لجزئية (ع) هي ضمن المجموعة (م) أما  
العناصر المرموز إليها -  $x$  فهي تنتمي إلى  
المجموعة (م) أو المجموعة (ع)

من مسائل بي قد نهت كثير، معرفة عدد عناصر مجموعة، أو المقارنة بين  
مجموعتين من حيث عدد العناصر التي تشتمل عليها كل منهما والطريقة التي ألفاها هي  
البحوء إلى عدد عناصر كل مجموعة على حده، ثم المقارنة بين المجموعتين اللتين حصل  
عليهم بمعنى العدد ولكن هذه الطريقة، طريقة العدد، لا تيسر دوماً، فقد لا يكون معروف  
كيف بعد - كما هو الشأن مثلاً - إلى بعض الحسابات لدائيه - أو قد يكون عدد العناصر  
كبير جداً، أو قد يكون العناصر لا هائية العدد فلا بد، إذن، من طريقة أخرى بمصادره  
وطريقة المستعمله هه، هي الطريقة «الدائيه»، طريقة التناظر *Correspondance* أو  
*Bijection* أي الطريقة المسية على «علاقة واحد بواحد» قد تدخل مثلاً إلى مفهومي وبلاحظ  
أن حول كل طابو شاب وشابه، فسنح مباشرة أب عدد اشباب يساوي عدد الشابات إن  
طريقة التناظر هذه سهلة ويمكن تعلمها فهي كان عدد عناصر المجموعات التي تريد المقارنة

سـ إذا تكفي أن يرتبط أي عنصر علاقته) بأن عنصر في مجموعة وعصر آخر في مجموعة أخرى حتى إذا استخدم جميع عناصر إحدى المجموعتين سـ هل هم مساويين، أم أن جداولهم أكبر من الأخرى، ذلك دون اللجوء إلى عملية عدد



وهكذا فالمجموعات م، ح  
مماثلة كم في رسم  
أم المجموعات ل، ن فهي غير  
مماثلة<sup>٣</sup>



تلك بعض المفاهيم الأولية الخاصة بنظرية مجموعات، وهي تكفيّا لفهم ما يهتبه  
هنا ، بقصد تلك العناصر هذه لنظرية

لنبدأ أولاً بمجموعات المتجاورة اللانهائية ، بشر قبل ذلك إلى المشكلة التي نطرحها  
المجموعات اللانهائية (أي التي تكون من عناصر لا نهائية تعددها)، كمجموعة الأعداد  
لطبيعية (١، ٢، ٣، ٤ ، ...) ، ومجموعة الأعداد لـسـ، (أي الأعداد موجبة ولسـه)،  
وسنقرر بينهم بالتساوي هكذا

0 1 2 3 4 5 6 7

0 1 2 3 3 3 4

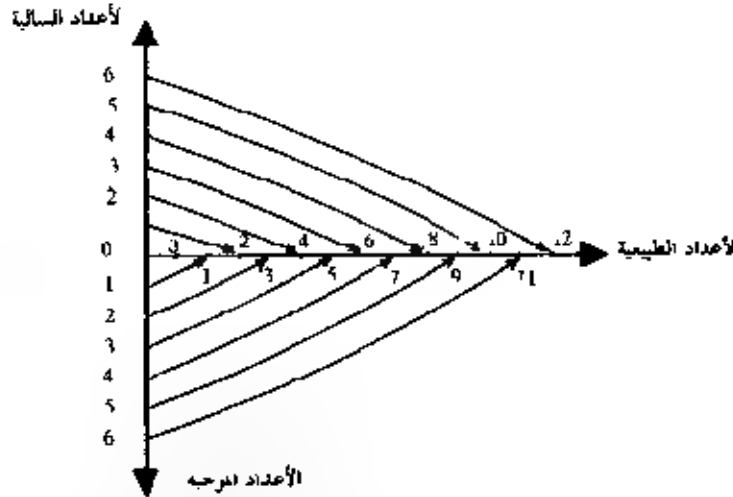
من الواضح ، إذن أنه يمكن أن نسير في إتجاه «علاقته واحد بـ واحد» إلى ما لا نهاية به،  
شيء استدل يعني أن هناك من الأعداد لطبيعية بقدر ما هناك من الأعداد لـسـه، على  
الرغم من أن هذه صعب تلك (الأعداد لـسـه تكون موجبة ماره ولسـه قارة أخرى أما  
الأعداد الطبيعية فلا علامة هـ)

٣) في الاصطلاح الخاص بنظرية المجموعات لا يقال عن مجموعتين هـ مساويتان إلا إذا كان كل عنصر  
في المجموعة الأولى عنصر في المجموعة الثانية فمساوية هـ Ega يعني الهوية أما المجموعات التي  
تساوي عن نفس العدد من العناصر فيقال أن هـ نفس القوة أو هـ مساوية Equipotents  
٤) مزيد من التفاصيل حول المفاهيم الأولية بنظرية مجموعات ينظر الرجوع إلى

Paul Richard Halmos *Introduction à la théorie des ensembles* (traduction de J. Carde et  
mathématiques et sciences de l'homme ١) (Paris: Gauthier-Villars 1967)



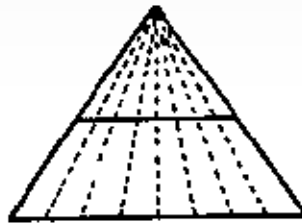
ويمكن بيان ذلك بالرسم التالي



وإذن، فمجموعة الأعداد الصحيحة الطبيعية وهي لانهائية تناظر مجموعة الأعداد موجبة والسالبة معاً، وهي لانهائية العدد أيضاً. وبما أن هذه صفت تلك فإن ذلك يعني أنها أمام نوعين من اللانهائية

وسنلاحظ يمكن إقامة لتناظر بين مجموعة الأعداد الفردية، والأعداد الطبيعية (فردية و زوجية معاً)، بين الأعداد الكسرية والأعداد الصحيحة، بين لأعداد الحقيقية كلها (مختلف أنواع الأعداد ما عدا التخيلية) والأعداد الطبيعية وهي جزء منها والنسبة واحدة، وهي أن هناك أنواعاً من اللانهائيات. وبما أن بعض هذه المجموعات جزء من مجموعة أخرى (الأعداد الفردية مثلاً جزء من الأعداد الطبيعية) فيمكن القول بها لذلك إن الجزء هو يساوي الكل ويمكن أن نتبين ذلك هندسياً كما يلي

لنرسم مثلثاً، كما في الشكل، ولنرسم في وسطه جزء من المستقيم يربط ضلعيه، فيمكننا أن نمرر من قاعدته خطوطاً تربط كل نقطة من جزء المستقيم المرسوم في لوسط نقطة من جزء المستقيم الذي يشكل قاعدته مثلث. وبما أن جزء مستقيم المرسوم في الوسط هو دوماً أصغر من قاعدة المثلث، وبما أنه يمكن دوماً ربط كل نقطة من ذلك، بنقطة من دا، فإن البقية هي أن عدد نقاط جزء المستقيم الصغير يساوي عدد نقاط جزء مستقيم أكبر أي: الجزء يساوي الكل



إلى جانب سوع اللاهيات كما أوضحنا، هناك ما أطلق عليه اسم الأعداد المتجاورة  
 سلاحيه  $N$  transfinis من المعروف في الاصطلاح الرياضي أن الأعداد الحرة هي التي  
 تكون حلاً معادله حرة مثل الأعداد الطبيعية ولكنسور انعددية ولأعداد السيه وكذلك  
 بعض لأعداد الصيه، فالعدد  $2^{\sqrt{2}}$  هو الحل بمعادله من  $2 = 0$  وقد اكتشف «بريضي  
 حوريف» لويفيل Joseph Liouville عام ١٨٤٤ أن هناك أعداداً لا يصلح لأن تكون حلاً لأي  
 معادلة حرة. وسميت الأعداد المتعالية  $N$  transcedents مثل لعدد (لسته لنريبيه)

وقد بين جورج كانتور G Cantor أنه عدم بعد مجموع لأعداد الحرة (بربطها  
 بالأعداد الطسعه بطريقة لتدبر) لا يبقى من الأعداد الطبيعية ما بعد الأعداد المتعالية  
 وب أن الأعداد الطبيعية لانهائه فإن الأعداد المتعالية تتجاوز لانهائه الأعداد لطسعه هذه  
 بقدر حرك المعادة على اتصال اسم الأعداد الخفيه  $N$  reals على مجموع الأعداد الحرة  
 ولأعداد متعالية والأعداد الحرة بالنهاس إلى الأعداد المتعالية كسجوم بالنهاس إلى الأجرء  
 لشامعة مظلمة في السيه وهكذا فاللاهيه معروفه، أي سسه الأعداد الطبيعية،  
 ليست، تنعاده، سوى لانهيه صغرة. أما مجموع الأعداد الحقيقية فهي أعدد من هذه  
 «اللاهيه» ولذلك تسمى بالأعداد المتجاوزة للانهيه. وذن فهناك لانهيه «صغري» ولانهيه  
 «كبرى» إذ صبح انصير!

وما دنا سحدث عن الأعداد واللاهيات، فمشر إلى تلك الخفيه التي كشف عنها  
 الرياضي الاصطلي يورالي فوري Burah-Furti عام ١٨٩٥ وتعلق بإحدى قواعد نظريه  
 مجموعات

يمر كانتور بين الأعداد المعادة (أي لتي بعد ١ 2 3 4) والأعداد البريبيه (نفس  
 الأعداد مره بريياً تصاعدياً، أول، ثلث، ثالث...) فإن كانت لدينا مجموعة من الطسه  
 امكب عددها بأكبر هذا أو ذلك، فادهم هو معرفة عدد هؤلاء الطسه، ولكن 30 أما إذا  
 أحرينا احساراً ما على هؤلاء الطسه فإن بترج أسههم في الثلاثه حسب الاستحقاق  
 الأول، الثاني إلى الثلاثين. وذن هناك نوعان من الأعداد أعداد عاده  $N$  cardinaux  
 وعداد بريبيه  $N$  ordinaux الأولى تدل على لكم، والثانية على مره

لفرض لأن أن لدينا مجموعات من صناديق بوليد، مثلاً، موزعه كما يلي

- صندوق فارغ

صندوق فيه عود، اثنان

صندوق فيه ثلاثة

و حر فيه أربعة وهكذا إلى ذلك لصندوق لذي يصم ما لانهيه لعدده من  
 الصناديق. ويمكن هذه بعدد داخل لصناديق مره بريياً تصاعدياً (الأول، الثاني...) ب  
 هذا، يعني أن الصندوق الآخر لذي يشتمل على ما لانهيه له من العدد سسعرى جميع  
 لأعداد سسه وهي لانهيه

لترتيب لأن هذه الصناديق ترتيب تصاعدياً بـ تصدوق بمرع يسكن بفته لأول  
يصح أممهم برقم ترتيبى وتصدوق الذي فيه عود و حد شكل البقة ثابته وبصه مامه  
برقم ترتيبى 2 وهكذا يصح على البقة الثالثة التي تصم عود بـ برقم الترتيبى 3  
بح وواضح من هـ أن لرقم ترتيبى الذي ترتيب به كل بقة هو رقم الذي يـ عـ  
لازم الترتيبه بوحوده في البقة فالبقة التي عدد عناصرها عشرة، والتي شكل الرقم ترتيبى  
أعلى قم فيها، تكون عددها ترتيبى هو الذي بعشره أي 11 وقياساً على ذلك تكون  
لرقم لترتيبى الذي ترتيب به المجموعة الأخيرة (أي الصندوق الأخير) التي تشمل على جميع  
الأعداد لترتبة وهي لانهائية، أعلى من أكبر رقم فيها وودن فلا بد من وجود رقم ترتيبى  
أعلى من جميع الأرقام لترتبة

وهذا ما نفص وبعده أعظم، يمكن نتحص ما سبق كما يلي: إن المجموعة انكونه من  
أعداد ترتيبى، والتي لا يمكن أن تشمل على عدد ترتيبى مـ، دون أن تشمل في الوقت نفسه  
على جميع الأعداد لترتبة لي هي أصغر منه، يمكن أن ترتيب ترتيباً تصاعدياً، يقال هـ  
حيث إن مجموعته جده الترتيبى و بعدد الترتيبى الذي ترتيب به هذه المجموعة هو لعدد  
ترتيبى الذي يـ آخر الأعداد لترتبة المرته داخل تلك المجموعة

ورداً طبق، لأن هذه لقاعده على مجموعته لمكونه من جميع الأعداد الترتيبية كان لعدد  
لترتيبى الذي يـ مرتبه هذه الأعداد، أكبر مرتبه من جميع الأعداد ترتيبى وهي لانهائية  
ودن فسكون أمام عدد ترتيبى أعلى من جميع الأعداد الترتيبى، أي أعلى من لانهائية! وهـ  
ما نفص

وهناك بعضه حرى شبهة بهذه كشفها دانو نفسه عام ١٨٩٩، ولكنه لم يحس عـها  
إلا أنه ١٩٣٢، ومكتشفها كما يلي بعض نظرية المجموعات - كما شرنا إلى ذلك سابقاً  
على إمكانية توزيع عناصر مجموعة ما إلى مجموعات جزئية تكون أكثر عدداً من عناصر تلك  
مجموعة نفرض أن تلك مجموعة تكون من ثلاثة عناصر هي أ، ب، ج فبدن توزيعها إلى  
مجموعات جزئية هناك ولا مجموعات جزئية لالبية مجموعة ( )، ومجموعة (ب)  
ومجموعة (ج) (وقد سبق الإساره إلى أن العنصر الواحد يمكن أن ينظر إليه كمجموعة)،  
وهناك ثلاث لمجموعات جزئية لالبية مجموعة (أ، ب) ومجموعة (أ، ج) ومجموعة (ب،  
ج) ثم هناك تلك مجموعة (أ، ب، ج) وأخيراً هناك لمجموعة الفارغة (Φ) وادن هناك  
ثلاثي مجموعات جزئية لمجموعة الأصغر مكونه من العناصر ، ب، ج وادن،  
والمجموعات جزئية لمجموعة ما يكون دوماً أكثر عدد من عناصر تلك المجموعة

سفر لأن يـ جمع لمجموعات لي يمكن أن يوجد ، بـ مشترك على الأقل في

(٥) يقال لمجموعة بـ جيدة ترتيب Ensemble bien rangée إذا كانت حريقه - بيها كالتعريفه  
التي سا بـ صناديق الوفيه، بحيث يظن الترتيب د حل الصندوق من عدد محدد هو في الصناديق نشر  
التي

خاصية واحدة هي كونه، جميعاً، مجموعات، شدة اكتمال هذه الخاصية يسمح لنا باعتبارها عناصر مجموعة نفسها جمعاً، هي مجموعة جميع المجموعات

بـ «مجموعة جميع المجموعات» هذه، يمكن توريثها حسب معاملتها السابقة إلى مجموعات جزئية تكون أكثر عدداً من عناصر هذه المجموعة. وبأن عناصر هذه المجموعة هي جميع المجموعات، فإن النتيجة هي أن المجموعات الجزئية لمجموعة جميع المجموعات هي أكثر عدد من جميع المجموعات وهذا معناه أن بعض المجموعات أكثر عدداً من جميع المجموعات، وبعبارة أخرى الجزء أكبر من الكل وهذا سافس

لسطر لأن في أحظر صفات نظرية المجموعات ونعني أيضاً بمجموعة جميع مجموعات

قد قبل قبل ذلك يسمح بالقول بوجود مجموعة لجميع المجموعات، هو اشتراك مجموعات كلها في خاصية واحدة هي كونه مجموعات. ولكن «مجموعة جميع مجموعات» هي أصعب مجموعة، أي تشتت في نفس خاصية، وإذن فيجب أن تستعمل على نفسها (أو سمي إلى نفسها)

وهكذا نجد أننا أمام صف من المجموعات

١ - المجموعات التي لا تشمل على نفسها، وهي التي كنا نحدث عنها قبل فصلنا بوقد مجموعة لا تشمل على نفسها لأن الخاصية التي يجمع بين عيدين الوقت والتي يعمل منها مجموعة لا تتوفر في الصناديق ذاته فالصندوق ليس عوداً كريستال وكذلك الشأن في عنقود نعم لأنه - أي لفقود - بس حه عب وهكذا

٢ - مجموعات التي تشمل على نفسها، وهي التي تحدثنا عنها في بقرة من الأخيرة فإذا فحت فهرس كتاب - وهو مجموعة من العناوين - وجدنا لائحة لعناوين الكتاب وأحياناً تجد في حرة لائحة «الفهرس» ذاته (أي اشارته إلى الصفحة التي يوجد فيها فهرس)، فهي هذه الحالة يكون الفهرس مجموعة تشمل على نفسها

إن هذا التصنيف يظن بصاً على المجموعات جميع المجموعات «هناك» مجموعات جميع المجموعات لا تشمل على نفسها كفهرس الفهرس الذي لا يشمل على نفسه، وهاد «مجموعات جميع المجموعات» تشمل على نفسها كفهرس الفهرس الذي يشمل على نفسه

قد يبدو هذا الكلام حاداً من لفافس ولكن إذا تدبرنا الأمر قليلاً وجدنا أنفسنا أمام سافس صراح وبوصح دت شاد

أراد نحافظ مكتبة أن يصع فهرس جميع نكتب ووثائق التي نحرانته فكلف من حل دت عويين له، أحدهما كلفه بالخاص الأيسر، والآخر بالخاص الأيمن من الحزانه، وطلب منها أن يصع على كل وف فهرس بما يشمل عليه من مطبوعات، ثم على باب كل خاص

فهرساً لجميع الفهارس المعتمد على دهره. وإذا ان التعليلات التي بينها العود - م تكن تريد على ما ذكرنا، فقد عمد أحدهم إلى تسجيل اسم الفهرس على كل فهرس يصعب على المؤلف، بعد أن هذا الفهرس نفسه يشكل وثيقة من وثائق أخرى، ثم عدوا وضع فهرس لعام على باب إخراج الذي كلف به إدراج فيه اسم هذا الفهرس نفسه، نفس اسم، فصار فهرساً عام يشتمل على نفسه وعلى جميع الفهارس لأخرى التي وضعها لعرب فذكر، وهي تشمل أيضاً على نفسها.

أما العود الآخر فقد أعمل إدراج الفهارس في فهرس التي وضعها على لرف، وعندما كان يصدر إعداد الفهرس العام لاحظ أن زميله قد فعل العكس وأدرج أسماء الفهارس في الفهارس ومن حينها فهرس العام نفسه فذهب إلى محفظ المكتبة يستشيره في الأمر، فجدد هذا الأخير ووقف أمام الخبايا فوجد نفسه أمام فهرس.

فهرس لجميع الفهارس التي تشتمل على نفسها، وهو يشتمل على نفسه فقال المحافظ هذا شيء معقول.

فهرس لجميع الفهارس التي لا تشتمل على نفسها.

أحد يفكر في هذا الأخير هل يشتمل على نفسه أم لا؟ فبقي حائر لا يدري ما يفعل.

والمواقع أن الأمر يتعلق بـ «مجموعة جميع المجموعات التي لا تشمل على نفسها» وهي موضوع بعض حذر. ويبدو ذلك كما يلي:

١ - فإذا اشتملت على نفسها تعد منها أن تكون إحدى المجموعات التي لا تشتمل على نفسها، وهذا يجب أن لا تنتمي إلى «مجموعة جميع المجموعات التي لا تشمل على نفسها»، هذا في حين أنها هي نفسها «مجموعة جميع المجموعات التي لا تشمل على نفسها».

وهذا تناقض. وإذا يجب أن لا تشتمل على نفسها.

٢ - أما إذا لم تشتمل على نفسها فإن هذا يعني أنها إحدى المجموعات التي لا تشتمل على نفسها، وهذا يجب أن تنتمي إلى «مجموعة جميع المجموعات التي لا تشتمل على نفسها» وإذاً هي هذه المجموعة بالذات يجب أن سمي إلى نفسها، أي تشتمل على نفسها.

هكذا نجد أنفسنا في مأزق.

فإن انطلق من فرضية ب «مجموعة جميع المجموعات التي لا تشمل على نفسها» هي مجموعة تشتمل على نفسها كانت النتيجة هي أنها لا تشتمل على نفسها وإذا انطلق من الفرضية المعاكسة وقمنا بـ «مجموعة» لا تشتمل على نفسها كانت النتيجة أنها تشتمل على نفسها إنه مأزق حطير، خصوصاً وقد حدد أنه إذا أتى عكس نصيبه ما إلى تناقض كان.

لكن دليلاً على صحة الفعیه الأصغیه أن فی هذه الخاله فی الفعیه وعكسها يؤديان معاً إلى  
بعض

بها بقیصه من حسن ذلك الفعیه المعروفة منذ يونان والتي بروى كما یبى فيد قد  
شخصر «إني أكذب» فهو إما أن يكون مكذب حقه، وفي هذه خاله يكون صادقاً في  
قوله، وبالتالي فهو لا يكذب وإما أن يكون لا يكذب حين يقول «إني أكذب»، وفي هذه  
حاله يكون كاذب في قوله، وبالتالي فهو مكذب، وهكذا حين كان مكذب فهو لا يكذب  
وإن كان لا يكذب فهو يكذب<sup>٦</sup>

### ثالثاً «أزمة الأسس» والحلول المقترحة

مثل هذه المفانص وخاصة الأخرى منها - وقد كشف لنكات عنها سبراند راسل عام  
١٩٠٣ - قد رعب الفوصي والاضطراب في صفوف الرياضيين في لعف الأول من هذا  
نقرون، خصوصاً ولأمر يعلو بالأساس الحديد الذي طمأن إليه الرياضيون ليشيدوا عليه  
صرح علمهم بمختلف فروعهم، الأساس لدي دمه هم نظريه مجموعات لي تعبر أحرر  
وأعظم ما نوصل إليه الفكر الرياضي أحدث لقد شهدت بذاته هذه الفرون عاشت صاحب  
حادٍ حول «مشكله لأسس» هذه، حتى أصبح الرياضيون عر ماديين على إقناع بعضهم  
بعضاً، بل عاجزين تماماً عن الفاهم وهذا ما سحله بـ تكريره حينما قال، وكان طرفاً في  
السرع «إن لاس لا بناموس لأهم لا يحدثون نفس اللعه، ولأن هناك لعاف لا تعلم»

ستراً إلى حين ما يقصده بـ تكريره بوجود «لعاف لا تتعلم»، وسرد بلإجار عراجل  
التي مرّت بها «أزمة الأسس» في الرياضيات، كما عرضها «معا

بدأت المشكله أول ما بدأت عندما أدى لبحث في ملعه التوري التي أسس عليها  
أوفيدس هندسه إلى قيام هندسات لألوقيدييه وإذا كان هذا البحث قد أدى إلى نتائج  
إيجابية تنحصر في ظهور أنواع أخرى من الهندسات فتحت عاقلاً وأمنه أمام لرياضيين، فإن  
«مشكله لأسس» بقيت مع ذلك، بل سبب من ذلك، مطروحه بحده أكثر

بعد ظل حدس الانصال أسماً للتحليل حتى بعد أن تحولت الهندسة إلى حجر  
ونكى نقدم «التحليل» نفسه أدى إلى كشافات نقوص ذلك الأساس نفسه، أي الانصال  
هندسي من هذه لاكتشافات التلول الفعیه خاصه

وعندما لحا الرياضيون إلى لعبد خعنه أسماً حديد الرياضيات بمختلف فروعها،  
وكانو قد حصو بحاجتها في رة مختلف لأعداد إلى لعبد لصحيح، اصطدمو بمشكله

(٦) Michel Combès, *Fondements des mathématiques* SUP initiation philosophique 97  
(Paris. Presses universitaires de France. 1971)

(٧) راسل، أصول الرياضيات، ج ١، ص ١٨

العدد نفسه ما هو؟ ومشكلته تعدد الالهاميات في سلاسل لأعداد، وعدمها من مشاكل  
المشكلة

وحيراً، عندما ظهرت نظرية المجموعات بعد أنه من الممكن تأسيس لرب صواب  
عنها وبخلاف النظرة فعلاً في استبعاد مختلف فروع لعلم الرياضي وجميع شتاتة وجميع  
لوحده ولاستحجام بين كافة أجزائه وبكر هذا هي نظرية المجموعات نفسها تعاني بفاصل  
حصريه

في العمل إدس؟

بعد أنشأ إلى جدام انشأش من الرياضيات حول هذه مسائل في بدنه هذا الصرا  
وهو يقاض مستمر قويا إلى حواي لأدبيات، ولا يرت بعض تارة باقيه في يوم، وبكر  
دور بكتشي مشكلته الأسس تلك يصعبه خدده في كتاب في لعقدين لأوبر من هذا  
نظر

وعن العموم نصف وجهات نظر حول مشكلته الأسس هذه إلى ثلاث ثلثه، هي  
الترعة منطقية والترعة الحدسية والترعة الأكسيومية وصعوب كنهه حول كل واحدة من هذه  
الترعات، ثم نحتم بطرح المشكله كما هي في الوقت الراهن

## ١ - النزعة المنطقية

كان سسرا أول من أبرز الإشكاليات بين منطق ورياضيات فلهذا سسره إلى أن الرياضيات  
كثيرا صديقات استباح نتم خلافاً من مبادئ منطقية ووسيلة مبادئ منطقية، كما لمت  
لا يظن إلى أن «المدى» الرياضي يمكن أن يرد بالتحصيل إلى معاني منطقية وسدث ألح  
عن ضرورة البحث عن المفاهيم المنطقية البسيطة التي يرد إليها التديبات الرياضية، ويعتبره  
أخرى البحث عن الأديت المنطقيه التي يمكن بواسطتها تعريف الأديتات الرياضية كما  
أكد من جهة ثانية على ضرورة استخدام الرموز في الأبحاث المنطقية لكي يرد منها  
استخلاص الأصوب الأولية للمفكر فعلاوه على أن رموز يمكن من تمثيل كل فكرة بمر،  
فهي يمكن كدث من عرض البناء الرياضي في صورة منطقية دقيقة ومن هذا ألح سسره من  
جهة ثانية على ضرورة اعتبار بديلات المنطق لاستدلاله نوع من الحساب، الشيء الذي  
يعني اعتبار المنطق جزء من العمليات الحرة

إن هذا الذي أبرزه ليس ودع إليه يعتبر بحق بداية لمعطى حدري حاسم في تاريخ  
منطق فلهذا ظل منطق الصوري منذ أرسطو إلى ديسر وحاد، دون أي تحديث يذكر وقد  
أن كتب كان يجهل هذه الدعوة الحديثة في هذا سسره فقد كتب عام ١٧٧ في مقدمته  
بديعه الثانية لكتابه نقد العقل الخالص، كتب بشد تكامل المنطق لأرسطي قائلاً: «لم  
يصطر المنطق، منذ أرسطو، إلى أن جمع خطوه وحده إلى انوار» ولم يمكن أيضاً حتى

بوقت الراهن، من أن يخطو خطره وحمده إلى الأمام، بل كل انقراض بشيء إلى أنه علم قد سم واكمل»

لكن بوضع نعيم عندما مد أو سط بقرب التاسع عشر حسب أحد مناطقه يقسوم من الرياضيات أساليبها، وماهيتها، وكان بوب (Boole ١٨١٥ - ١٨٦٤) أحد كبار مناطقه الألكبر أول من وضع دعائم «حساب منطقي» قناء بالحساب الخري المعروف، وكانت انعكسه خوجهه نه هي لتأله إذ كد مستخدم في عمليات الخري مورا، فاحصاخص معمة فمن ممكن استخدم رموز. مشتقة من الرموز الخريه لتعبر عن العمليات الفكرية وهكذا نفس طريقة جديدة في المنطق، بل منطقاً جديداً هو «المنطق الخري» الذي يعتمد التعبر على عمليات الفكرية برموز خريه ولكن هذا «الخري المنطقي» لم يكتمل، لأن مع راسل وهو ينتهي لتدبر جعلاً منه ما يسمى اليوم بـ «المنطق الرياضي» أو «المنطق الرمزي» Logistique وهو منطق يعنى بدراسة الاستدلال الاستنتاجي من حيث صورته فقط، فهو لا ينتم بالرجوع إلى مخواه الخاص، بل يدرس أي الصور تصحح في الاستدلال دون إشارة إلى «طبيعته المادية المشخصة للأحكام» وما أن هد منطق يدرس الاستدلال<sup>(٨)</sup> فهو يفتقد من «تدريبات» أي مقدمات تصلح بدراسة على النظريات المنطقية، هذا إلى جانب مفاهيم منطقية بوضع بلا تعريف وتصلح لتعريف المفاهيم المنطقية الأخرى (طريقه أكسيومية)

وهذا لا بد من لتدبر من لرعه المنطقية التي ترد بالرياضيات إلى المنطق كما سترى. وبين لرعه الأكسيومية التي ترد هي الأخرى الرياضيات إلى منطق، ولكن شكل يختلف عن الرعه الأولى

إن انصباغة الأكسيومية ترد بالرياضيات بمعنى ف من المعاني إلى المنطق ولكن ليس بنفس الشكل الذي تفعله الرعه المنطقية. ففان منطقية الأكسيومية بالنسبة إلى الرعه المنطقية هي ففان صورته محض، وتعبر صحيحة بكون صورته محضاً أم بالنسبة إلى الرعه الأكسيومية فإن الففان الأولى والنظريات المنية عليها هي صورته محض، ولاداعه عندما ولكنها لا تعبر صحيحة بكون صورته. إن منطقية الاستدلال هي وحدها التي تعبر صحيحة بكون صورته هذا من جهة، ومن جهة أخرى تختلف الرعه الأكسيومية بصورته (الشكلية، هل) عن الرعه المنطقية (المنطقية) في كون الأولى حصرت اهتمامها في الففان الرياضية التي تعتبر صعبة لرموز مواضيع عليها، رموز لا تحمل أي معنى محدد وليس لها أي مدلول خارجي. ومن هنا يكون الرياضيات محصورة في معرفة كيفية استدلال صعبة ومرة تصيغه رمزية أخرى أم لرعه الثانية (الرعه المنطقية عند راسل) فهي ترى أن الأوليات لرديه هه معال في الخارج، وبذلك فهي تاحد عن الرعه الأكسيومية انصوبية اهتمام

(٨) الاستدلال يشمل عادة على الاستنتاج والاستقراء ولكن برؤاند اصل بغير الاستقراء إما نوع من الاستنتاج حجب، وإما طريقة تجعل التعميمات مقبولة وببساطة فهو لا يبرهن الاستنتاج والاستقراء - نظراً نفس مرجع، ج ١ ص ٤٣



تحليل الأوليات الرياضية في استقلال عن القضايا لي مدخل فيها ولديك موي لمرعه  
المطقية هتياً أكتر تحديد لأويات الرياضيه موصحه كيف يمكن تعريف تلك الأوليات  
بواسطه عدد قبل من لأويات المطقه الأساسيه، وكيف أن القضايا الرياضيه هي قضايا  
صادقه لا يرد فيها عبر الأوليات رياضيه والأويات المطقية

من هنا يتبين لنا كيف طابق راسل بين المنطق والرياضيات في نظره  
جزء من المنطق أو امتداد له وقد برهن على ذلك عمليتين مكملتين تحليل الرياضيات  
تحليلاً منطقياً بردها إلى أصول المطقه، ثم تحليل اثباتيه منطقية نفسها تحليلاً يسهي ٣ إلى  
عدد قليل من المفروض التي منها يستطيع أن يستطع جميع قواعد المنطق، وجميع قواعد  
الرياضيات منها، فنزول بذلك الفروق بين المنطق والرياضيات وهكذا عند أولاً إلى تعريف  
الأعداد الطبيعية تعريفاً منطقياً، أي ردها إلى ألفاظ دالة على مفاهيم منطقية ثم انتقل ثانياً  
إلى بيان أن الرياضيات كلها يمكن ردها إلى فكره العدد الطبيعي<sup>(٩)</sup> (وقد كانت هذه العمليه  
لثابه وم تول موضوع اعراض من طرف الرياضيين، وهي تشكل إحدى الصعوبات  
لأساسيه التي تعرض لمرعه المنطقية هذه)

تتميز القضايا الرياضيه عند راسل بخاصيتين أساسيتين الأولى، هي أنها جميعاً قضايا  
مدخل إلى علاقة لبروم لمطقي (إد كان كد نتج كد) والثانية، هي اشتباه على  
معبراب، وعلى ثوات هي فقط لثوات منطقيه<sup>(١٠)</sup> وتلك يعرف رياضيات كما يلي  
«الرياضيات المدخل هي جميع القضايا التي صورها هي برم عنها كد، حيث ق، ك،  
قضايا شمولاً على معبر واحد أو جملة متعرب هي مداتها في لقصيتين، عداً بأن كلاً من  
ق، ك، لا يشتمل على ثوات عبر لثوات المطقيه»<sup>(١١)</sup> ويقوم أيضاً «و يسعي أن لا  
مدخل في الرياضيات الحثه شيء لا يمكن تعربه، في حلا لثوات منطقيه وعلى ذلك  
عجب أن لا مدخل في الرياضيات من انقضاء أو مقصبا لتي لا يمكن اثباتها عبر تلك التي  
تعالج فقط بالثوات المنطقية والتعريفات ثم يضيف «الصلة بين الرياضيات والمنطق  
وثيمه حداً، فمن كون جميع الثوات الرياضيه، ثوات منطقيه بها تعمق جميع القضايات  
الرياضيه، فهذا، في عقائدي، هو معنى ما ذهب إليه الفلاسفة في قولهم إن الرياضيات  
أوليه»<sup>(١٢)</sup> يوضح راسل صورته للعلاقة بين المنطق والرياضيات بشكل واضح فيقول «  
ولتمييز بين الرياضيات والمنطق أمر اختياري؛ وإذا شئنا التمييز بينهما فندرك على النحو  
التالي بأن المنطق من القضايات الرياضيه بالإضافه إلى جميع القضايا لأخرى التي تعمق  
فقط بالثوات المنطقيه، وبالعبارة لتي لا تحقق التعريف الذي وضعناه للرياضيات (أو هو

(٩) نفس المرحه انظر أيضاً كى نجيب محمود، المنطق الوصفي، ٢ ح، ط ٤ القاهرة مكتبه  
للمحو مصريه، ١٩٦٦، ج ٤، ص ١١٥  
(١٠) راسل، نفس المرجع، ص ٣٤ - ٣٥  
(١١) هي الرياضيات النظرية، أو الرياضيات محضه وذلك في مقاد الرياضيات التطبيقية  
(١٢) نفس المرجع، ص ٣١  
(١٣) نفس المرجع، ص ٣٨ - ٣٩

المذكور أعلاه) والرياضيات تتكوّن من جميع نتائج المقدمات لسلسلة مني تقرير لروماً صورياً  
يشمل على معبراته، بالإضافة إلى بعض تلك المقدمات ذاتها التي عمل هذا مقطع وبناء  
على هذا تكون بعض المقدمات الرياضية مثل مبدأ القياس المنطقي كنموذج «إذا كانت  $Q$ ،  
فإن  $P$ » وكانت  $Q$ ، فبموجب  $P$ ، فإن  $Q$  فبموجب  $P$  هي من الرياضيات، بينما  
لبعض الآخر مثل «لرؤم علاقة» هي من المنطق وليس من الرياضيات ولولاً ما جرى  
عليه التعرف هنا إلى الرياضيات وينطق متطابقاً، ولعرفاً كلاً منهما بأنها فصل القضايا  
لي تشمل فقط على معبراته وثوابت منطقية ولكن حرامها للتعرف يجعلها فصل الإبقاء  
على التعبير ليس مع اعتقادي بأن بعض القضايا مشتركة بين العلمين<sup>١٤</sup>

ويعرف  $P$  من الثابت المنطقي بأنه «شيء يسمى ثابت في قضيه حتى عدم غير جميع  
مكوّناته»<sup>١٥</sup> أو أنه «هو ذلك الذي يعمّ عدداً من القضايا أنه واحد منها يمكن أن يستلزم من  
أية وحدة أخرى باستثناء حدود حداهما بالآخرى، مثلاً «ديليون أعظم من ولعلتون»  
يستلزم من استمرط أسبق من أرسطو «استند أن ديليون سطرط وولعلتون بأرسطو، وأعظم  
بأرسطو» فأنقصود إذن من صورته القضية أو هيكلها أنه مكوّنات انقصية أي تكديرات  
منها سألها منها فهي متعبراته، يمكن إحلال كلمات أخرى محلها مع بقاء صورته انقصية  
ثابتة وكذلك لأننا نالسه إلى التعبير بين الترمز لثابت ولرمز المتعبر في الرياضيات عسمر  
الثابت هو ما لا تتغير معناه بحلاف موضعه في العبارة الرياضية فالأعداد 0، 1، 2، 3، 4  
الحج وكذلك الترموز (+)، (-)، (X)، (=) الحج كلها ترموز ثابتة، بمعنى أن  
قيمها لا تتغير بتغير سياقها ووضعها أما الترموز المتعبره فهي تلك الحروف الحداثيّة المستعملة  
في لعبات الرياضيات، مثل  $S$ ،  $V$ ،  $E$  الحج

وبناء على هذا يمكن أن نسأل  $E$  أصل يقول إن رياضيات تشمل على معبراته  
وثوابت (منطقية فقط)، في حين أنه يقول عن الأعداد وعلامات الجمع والقسمة  $E$  ثوابت،  
أنسب لعبارة رياضية الثابتة  $3 = 2 + 1$  قضيه كلها ثوابت، أي أنها أعداد لا يتغير معناها  
تغير موضعها في العبارة الرياضية (إذ توسعاً أن يكتب  $3 = 1 + 2$  أو  $3 = 2 + 1$ )<sup>١٦</sup>

يجيب  $P$  عن هذا الاعتراض قائلاً «أحب أن أكرر في وضوح أن جميع انقصيات  
الرياضية مؤلفة من متعبراته، حتى حين سمو لنوهله الأولى أنها حاليه منها فقد يظن أن  
قضايا الحساب الاندائي تشكل سبب هذه القاعدة فقول  $1 + 1 = 2$  قد يبدو أنه يعقد  
الخصائص الثابتة ذكرناهم، فلا هو يشمل على معبراته، ولا هو دال على لرؤم منطقي  
وحقيقه الأمر هي أن معنى لصحيح هذه قضيه هو هذا «إذا كانت  $S$  واحد وكانت  $V$

(١٤) نفس المرجع ص ٣٩

(١٥) برنارد أسيل، مقدمة للفلسفة الرياضية، ترجمه محمد مرسي محمد (القاهرة) مؤسسة سحر

عرب، المجلس الأعلى لرعاية الفنون والآداب، ٩٦٢، ص ٢٨٩

(١٦) نفس المرجع ص ٢٨٦

واحد، ثم إذا كانت من مختلف عن ص، فيكون ص، بكونان اثنين، هذه لفظة تشمل على معبرات، وهي دله على لزوم سطحي فانقصية السابقة يمكن التعبير عنها كـ بي «أي وجه وأي وحدة أخرى بكونان وحدثين» وهكذا فحوس الثوب في قصبة ما إلى متغيرات تجعل منها قصبة رياضية»<sup>١٧</sup>

نعمل ما تقدم يكفي لإعطاء الفاري فكره عن اسرعه سطحه عامه، وعن تصور بوثوبه رسل، رغم هذه لبرعه، للعلاقة بين الرياضيات وبتطو وعيب لأن بوضوح - ببحر - كيميه معاخته سفاقتن نظريه المجموعات اسسدا إلى تصوره ذلك

هنا لا بد من كنهه عن نظريه رسل في «الفصول» أو «مفاتيح» C.B.S.S. ونظريته في «الأصناف» أو «الأنط» Types لقد سبق الإشارة إلى أن رسل يرد الرياضيات كلها إلى فكرة العدد الطبيعي، ومن هنا اهميه تعريف هذا العدد، ونظريه لأصناف هي التي كنده ١٩٠٤ لتعريف

بلاحظ راسل، ندعى دي بدء، أن «العدد هو الخاصيه التي يميز الأعداد، تماماً مثل الإيساب، فهو الخاصيه التي يميز الناس، هناكثرة ليس حاله من لعدد، وبما حاله لعدد خاص ما، فتلاشي حال مثلاً - البرحال الذين تأتون ثلاث، ثلاث - حاله لعدد ٣، والعدد ٣ حاله من حالات لعدد، ولكن ثلاثي يس حاله لعدد - ولعدد الخاص يس سطره مع مجموعه التي لها هذا العدد فالعدد ٣ يس مطرد مع ثلاثي المكون من أحمد، وعلي، ومحمد، لأن لعدد ٣ شيء مشترك بين جميع الثلاثيات أي بين جميع الأشخاص التي هي ثلاث، ثلاث - ويميزها عن المجموعات الأخرى - لعدد شيء من مجموعه معينة، وهي تلك التي لها هذا العدد»<sup>١٨</sup>

بعد هذه الملاحظة، وبعد التمييز بين التعريف بمتبادلي والذي يسم أعضاء مجموعه أو لفته (أفراد تعريفها) وسعر تعريف مفهوم (بدي بذكر الصفة و بصفات التي يميز أفراد فئة معينه عن أفراد فئة أخرى)، يتقل إلى تعريف لعدد فيقول «من لوضح أن العدد طريفه بها تجمع معاً مجموعات معينه هي تلك المجموعات التي لها عدد معين من الحدود وقد ينظر إلى جميع الأرواح في حرمه وجميع الثلاثيات في أخرى، وهكذا ويخصص هذه بطريقة على حرمات تحلفه من المجموعات، وكل حرمه مكونه من جميع المجموعات التي لها عدد معين من الحدود وكل حرمه فصل أعضاء هذه المجموعات أي فصول، وإذا فكل واحد منها هو فصل فصول - فحرمه مكونه من جميع لأوح مثلاً هي فصل فصول، وكل ووح فصل من

١٧ - رسل، اصول الرياضيات، ص ٣٥ هذا وقد عمنده ترجمه بذكر كي يجب محمود بدي ورد هذا النص في كتابه لسطح الوصفي ج ٢، ص ٥٦  
١٨ - رسل، مقدمه بفسفه الرياضيه ص ٢٦

عصوين، وجرمه الأرواح كلها فصل له عدد لا نهاية له من الخلد كل واحد منهما فصل من  
عصوين<sup>١٩</sup>

نحن هنا إما أمام أعضاء، أو أفراد، أو عناصر، تشكل مجموعات أو فصولاً، وأمام  
فصول (أو مجموعات) تشكل فصولاً فصولاً (أو مجموعات مجموعات) ولتأكد من أن  
مجموعتين سميت بـ جرمه وجرمه، أي بـ مجموعة واحدة يحظر علينا أن نوسعه بالوحدة  
بـ ذلك في عدد محدود التي تشكل منها كل من مجموعتين ولكن هذا يضر من استعمال  
الأعداد وبنـ قد عرفناه. ونذكر هنا نظريته الأسم هي نظرية لتأثير، أو «علاقة» واحد  
بواحد، كما شرحنا ذلك قبل، وعندما يكون هناك علاقة و واحد بواحد بـ عدد محدود واحد  
الفصلين، كل واحد منهما بحد واحد من الفصل الآخر، يحد حشد إن هذين الفصلين  
«مشابهين» وهكذا فالعقول التي تشمل كل منها على عضو واحد بـ فصول متشابهة، وكذلك  
لشأن في الفصول التي يشتمل كل منها على عصوين فهي متشابهة أيضاً والفصول التي  
تشمل كل منها على ثلاثة أعضاء هي متشابهة كذلك وهكذا ومن هنا التعرف التالي  
«عدد الفصل هو فصل جميع الفصول المتشابهة به»، فعدد الأرواح هو فصل جميع الأرواح  
وبعد ذلك أخرى فصل جميع الأرواح هو عدد<sup>٢٠</sup>، وفصل جميع الثلاثيات هو عدد<sup>٢١</sup>، وفصل  
جميع الرباعيات هو عدد<sup>٢٢</sup> وهكذا ونكتبه عامة «عدد هو أي شيء هو عدد فصل  
ما، تماماً مثل ما هو فصل لأب هو جميع هؤلاء الذين هم أبناء أشخاص ما»<sup>٢٣</sup>

و أصبح مما تقدم أن نقائص نظرية المجموعات، وعلى الأخص منها تلك المتعلقة  
بالمجموعات الخرس التي تكون أكثر عدداً من عناصر المجموعة التي سمى إليها، وبالمجموعات  
مجموعات التي لا تشمل على نفسها، يمكن أن ترد إلى منطق دأ ساويين بين مفهوم  
مجموعه عند كائنور، ومفهوم الفصل عند راسل. وفعلاً لقد أوضح راسل في كتابه لثامن  
من «مقدمة الفلسفة الرياضية» كيف أن عدد الفصول التي يشتمل عليها فصل معلوم هو أكثر  
دوماً من عدد أعضاء ذلك الفصل، واستنتج من ذلك أنه ليس هناك عدد طبيعي أكبر من  
عدد الفصول الفرعية ولكنه لاحظ بعد ذلك في الفصل الثالث عشر أنه من الممكن  
جمع في فصل واحد بين الأعضاء أي الأفراد أو العناصر، وفصول الأفراد، وفصول  
فصول الأفراد وهكذا وحشد سيكون نتيجة الفصل يكون فصوله فرعياً دماً أعضاء  
والفصل يكون من جميع الأشياء التي يمكن عددها، من أي نوع كانت، يجب، إن وجد مثل  
هذا الفصل، أن يكون به عدد أصلي (طبيعي) هو أكثر ما يمكن وما دمنا جميع فصوله  
فرعية سيكون أعضاء فيه، فلا يمكن أن يكون هناك من فصول الفرعية أكثر من  
لأعضاء وعندما يصل إلى سافس<sup>٢٤</sup> وشرح راسل هذا لتناقض فصوله «الفصل  
الذي بحث أمره وندي يجب أن يشتمل كل شيء يجب أن يشتمل نفسه كواحد من

١٩ نفس المرجع، ص ٢٨

٢٠ نفس المرجع، ص ٣٣

٢١ نفس المرجع، ص ١٩٨

أخصائيه وبعبارة أخرى، إن وجد مثل هذا الشيء الذي سميته «كل شيء»، إذن «كل شيء» - هذا - هو شيء ما، وعصو من الفصل «كل شيء» ولكن عادة لا يكون لفصل عصوا في نفسه، فالإنسان مثلاً ليس إنساناً<sup>٢٢</sup> وإذن «ليس يكون لعبارة التي نتحدث عن فصل مفيد ذات معنى إلا إذا استطعنا أن نترجم في صورته ليس فيها ذكر بمفصل فالقرص بأن الفصل عصو أو ليس عصواً من هذه لا معنى له»<sup>٢٣</sup>

وكما نسحب هذه لقيصه على الفصول نسحب كذلك على الخصائص التي تعرف ٣ الفصول، فبعض الخصائص (أو الصفات) يمكن أن يوصف بها هي نفسها، وبعبارة أخرى بعض الخصائص تمتلك هي نفسها الخاصية التي تشير إليها «والمجرد» صفة أو خاصية هي نفسها مجردة و«ليس أحمر» هو نفسه ليس أحمر ولكن هناك من الخصائص ما لا يمكن أن تكون خاصية لنفسها و«أحمر» خاصية، ولكنها لا يمكن أن تسحب على نفسها لأن «أحمر» ليس بأحمر الخصائص التي من النوع الأول خصائص حية، أي تحمل على نفسها، والخصائص التي من النوع الثاني خصائص لاحية (أي لا تحمل على نفسها)

لنحصر الآن كنهه «لاحية» نفسها، أي الخاصية التي تدور عنها فوب «ما لا تحمل على نفسه» فإذا كان «ما لا يحمل على نفسه»، لا يحمل على نفسه فإن ذلك يعني أن هذه الخاصية تسحب على نفسها، وبالتالي فهي نفس تحمل على نفسها الذي يستلزم أب ليست مما لا يحمل على نفسه أب إذا كان «ما لا يحمل على نفسه» ليس مما لا يحمل على نفسه، فإن ذلك يعني أن هذه الخاصية لا تسحب على نفسها، وإذن، فهي مما لا يحمل على نفسه<sup>٢٤</sup>

وعندما نتحدث عن أساس مثل هذه لقصص نجد أن المسألة تتعلق بحلقة مفرغة - كما يقول رسل - ذلك لأن تعريف شيء ما يتم بالرجوع إلى مجموعة كديه يشكل هو نفسه أحد أعضائهم أو جزءاً من أحدها إلى تعريف الجزء بالكل الذي ينبغي له لا يمكن أن يكون له معنى إلا إذا كان الكل نفسه قائماً نفسه مستقلاً عن آخره وكما هو بوانكاريه «إذا كان تعريف مفهوم د، ويمكن د، توقف على جميع الأشياء التي تدور إليها بحرف «أ» مثلاً، فإن هذا التعريف يمكن أن يقع في حلقة مفرغة إذ كان هناك صمم في الأشياء التي ربما تدور حول «أ» أشياء لا يمكن تعريفها دون الاستعانة بمفهوم د نفسه»<sup>٢٥</sup>

من أجل تجنب مثل هذه التعاريف، وبالتالي لتغلب على نقائص نظرية المجموعات وغيرها من النقائص الخائفة، يأتي راسل بنظرية في الأوصاف، وهي نظرية تعرضها صعوبات ولا يعتبرها رسل نفسه مكتملة ولا نهائية تقوم هذه النظرية على تصعيد لأشياء إلى أنواع

(٢٢) نفس مرجع، ص ٩٩

(٢٣) نفس مرجع، ص ٢٠٠

(٢٤) رسل، أصول الرياضيات ص ٧٥ طر بيب Combes, Fondements des mathématiques

quer p 32

Combes Ibid p ٤٦

(٢٥)

مرتبه ترتباً هرمياً، لشيء سدي يجعل المفصوف (أو مجموعات) لا تحمل مرتبة واحدة،  
فمفصل بصم، «فصل الفروء، وفصل الحيوانات، لا يوجد نفس لشكل من الوجود في  
عالم، إذ يوقف نوع بوجوده لكل من هذه المفصوف عن أعضائها فلا بد من وجود  
أو مكاب وجود- أعضاء فصل ما حتى يكون هذا الفصل موجوداً. وبعبارة أخرى إن وجود  
لفصل هو وجود من الدرجة الثانية بالنسبة إلى وجود أعضائه، فهو في مرتبة أعلى وبعيد  
عن ذلك من فكره «المفصل الذي يشمل على نفسه» فكره غير معقوله، يتطوي عن حلف،  
لأن لفصل هو بالضرورة من صف أعلى من صف العناصر التي تشمل عليها من هنا  
بمحتي من بعده نفسه ذلك انفاصل الذي يتطوي عليه «فصل المفصوف التي لا تشمل على  
نفسها» وكذلك الشار بالنسبة إلى التفاضل أمثاله، كذلك الذي يحدث عنه مبدأ قبيل  
والخاص، لا يعمل المحل على نفسه، لأن الخاص من نفسه مرتبة أعلى ترتباً هرمياً  
كالمفصوف، كما يصبح الحديث عن «فصل جميع المفصوف» أمراً لا معنى له (لأن هذا المفصل  
يشمل على نفسه، وهذا غير حائر كما شرحنا، ومن ذلك لعدد الترتيب لجميع الأعداد  
نفسه) '.

إن نظرية الأعداد هذه محل فعلاً مشكلة المفانص، ولكنها تثير صعوبات كثيرة، من  
سبب أن تعريف العدد كما قدمه قبل، يصبح باطلاً حسب هذه النظرية نفسها. ذلك لأن  
سكون أمام كثره من العدد 2 مثلاً، لأنه سيكون عيناً أن غير فصل الأرواح الخاص  
بالأشياء، عن فصل لأرواح لخاص بمفصوف لأرواح، وهكذا. بحيث يصبح من غير  
شروع حديث عن فصل جميع لأرواح، وهو لفصل الذي عرفنا به العدد 2 وهكذا  
ونظراً مثل هذه الصعوبات التي تثيرها نظرية الأنماط هذه، وعلى الرغم من التعديلات التي  
دعها عليها رامزي Ramsay ومن بعده فينچستين Wittgenstein فإنه يمكن القول بصحة  
عامه إن الرعه، استطاع لم يحل المشكله المفانص، على الرغم من  
دعائها في برر الصلة الوثيقة لقائمه بين منطق ولرياضيات. فهل مسحح الرعه الخديسه  
في ما فشلت فيه الرعه المنطقيه؟

## ٢ - النزعة الخديسية

نعمه من المفيد أن نشير أولاً إلى أن للمعارض بين الرعه الخديسيه والنزعه المنطقيه قديم  
قدم الرياضيات النظرية نفسها فقد سقت لإشارة من قبل إلى امكانه التمييز في التفكير  
الرياضي عند اليونان بين مدرستين مدرسة فيثاغورية أفلاطونية، ومدرسة أرسطية أوقليدية  
على الرغم من وجاهه رأي الفاشل إلى الاستدلال المنطقي لم يكن في نظر الرياضيين اليونان  
سوي وسيلة تمكّن الرياضي - والفيلسوف عامة - من اكتشاف لعدد على حدس الخفايق  
حسب كذا مبشراً

وقد قام بيكرت في هو مفهوم مبهجة على أساس من الخدس والاستدح، فخدس  
عنده يؤيه عصبه مباشرة خدائق بسيطة، ومن هذه خدائق بسيطة يستخرج حقائق أخرى  
فأساس معرفه عنده، في قاعدتها الأساسية هو خدس وتبليث يصف في جانب خدس  
على لرغم من تحويه هندسة في خبر، وهو خويلد يكن ناد، لأنه سمعي كفي شرد في  
رنت قبل - ديت مستقيم الذي يسد به بدوال لرياضيه، ونادي عدم التحليل كله وسد  
في حاحه في التذكر هذا بأن الخدس الهندسي قد بقي ملاك بالرياضيات في فترة متأخرة  
خدس بل إن المعادلات الخريه (المعادلات في من الدرجة الثانية مثلا) كانت محل بسطة  
لأشخاب هندسيه، قبل قيام آخر الحديث الذي يستعمل اليوم. وعلى سرغم من أن يسر  
كان ر برعه منطقيه وصيحه فإنه كب يعرف أهميه خدس وبسبوله ورشقه برهيه بقول  
«إن عني الهندسة بسطعون برهيه بكتابات فنيه على فضاء بصعب شاد عن طرق  
حساب إذ حده بعد فالطريق الخري يؤدي دليلا هدف، ولكنه ليس على لدوم  
أفضل لطرق»<sup>٢٧</sup>

وقد شهدت مدانه لغير تراعى حاد بين أنصار سرعه خدسيه من جهة والبرعه  
مقصيه والأكسيومه من جهة ثانية، فبدأ عن ديت نقاش وسع وحصل حول أهميه خدس  
في الرياضيات. إذ كانت الرياضيات نصف بنصرامه لمطعمه، وتعتمد المنطق في عرضها  
مبادئها ثم يعطيهما وحدها وناسفها، فإن المنطق في نظر خدسين عموميا لا يكفي وحده،  
بعض الخصوبة في الرياضيات رجع في الخدس وبعد ذهب بوانكاريه في بعد من  
دلت، فجادوا أن برهن على أن الاستدلال الرياضي هو نوع من الاستقراء مستاه  
بـ «الاستدلال التكراري Raisonement par recurrence» وقد دخل بوانكاريه مع راسل في  
مناقشات حاد حول هذا الموضوع<sup>٢٨</sup>

وعلى العموم يرى الخدسون ومن بينهم بوانكاريه وLebesgue وBore  
وBore وبان الرياضيات لا تنشأ من المنطق كما ذهب إلى ديت سل، بل تنحج  
في «مادة» (في مفصل بصو ٥)، تحتاج إلى تجربة من نوع خاص هي الخدس التحريفي،  
(بمعهوم التكاملي) أن المنطق أو الأكسيوماتيه فهي وسفه سرح و سغراض الكشوف  
هندسيه التي تقوم على خدس دوم. ولكن نصعونه اني تعرض نصف خدس هي خدس  
معني الخدس ذات فبس المقصود بطبيعته حال خدس لأشياء لحينه المستحصه، بل هو  
«رؤيه منامه كليه» لا تصل التعريف بأكثر من هذا، فهو كفي بقول بوانكاريه «بعض لا نعلم»،  
وديت يصطر الرياضي عندما يبره عرض لكشوف لي لمحيي الخدس في سغراض منطق لي  
بصيدها ونبرهه عنده ويرى بونيان G Brougani أن الخدس الرياضي يعتمد دوما على

(٢٧) دكر في ج. موي منطق وفلسفه العموم راجع فؤاد كريب صافره. ١٠ برعه مفه منطعم  
وسفر، ١ - ٢ ص ٣٥  
٢٨ سطر في قسم البصو نصف بوانكاريه بسر - فيه لاستدلال بوانكاريه علاقته بغيره  
بالرياضيات ودور خدس فيها

معارف رياضية سابقة، فلا بد فيه من خيال واسع أكثره معقول. يقول: «والحدس لا يتدخل  
 معاً من معضبات غيبية وحسب بل سرعان ما يتكسب لدى الرياضي توعية في ظروف  
 واسع من ذلك بكثير. وعدم هندسه، بل يصح أكثر «ألمه» بالكيانات التي يدرسها،  
 يسهي له الأمر بل أن يكون لنفسه عنها فكرة تعادل في وضوحها فكرته عن الأشياء الحقيقية  
 لكي يحملها لعدم خراجي. وعلى هذا نوع يتكون في بعض مناطق عدم الرياضي مثل  
 بروت علاقات، عظيمة لدوره في أغلب الأحيان، ودبت عندما يكون كشف هذه المناطق قد  
 تبع حداً معيناً من التقدم»<sup>٢٩</sup>

على أن المقصود «السرعة الحدسية» أو «السرعة الحدسية الحديثة»  
 Néo-intuitionisme عند الحديث عن نقائص نظرية المجموعات وأمن الرياضيات بكشفه  
 عامه، هو بيت المدرسة الرياضية التي يرأسها الرياضي الهولندي بروور Brouwer وغيره من  
 الرياضيين الكبار أمثال فايل Weyl، وهيس Heyting، وهي برعة تعارض معارضة شديدة  
 كلا من البرعة المنطقية والبرعة الأكسيومية

يمكن رجحان رأي البرعة الحدسية الحديثة، بصدد الموضوع الذي ناقشه، في نقطتين  
 أساسيتين الأولى تتعلق بطبيعة الموضوعات الرياضية، والثانية مبدأ أساسي في المنطق هو  
 مبدأ الثالث المرفوع

أ - بخصوص النقطة الأولى يرى الحدسون عامة - لقدما بوانكاريه وبوريس،  
 وحد، بروور وسبعه أن أساس مشكلته بنقائص في الرياضيات الحديثة هو القول بوجود  
 مجموعات لامنهاية. وبيت ذلك تلك النقائص، في الحقيقة والواقع، نقائص «اللامنهاية»،  
 ومن ثمة فإن بحث هذه بنقائص يسلم مراجعته فكره للامنهاية

بعد شعر راسل من قبل جهة الحقيقة ولكنه قلل من أهميتها، خصوصاً، عندما لاحظ  
 أن بنقائص مماثلة بنقائص مجموعات اللامنهاية تطرح أيضاً في ميدان الشهية (الرجل  
 الذي يقول بي أكذب) وما لا يقبل الحمل على نفسه، أم الحدسون، حدد قصد  
 تحذوا منها مطلقاً في معارضتهم للبرعة المنطقية والبرعة الأكسيومية معاً والواقع كما يقول  
 كوميس<sup>٣٠</sup> - أن الرجل الذي يعتمد الحدس أساساً في أبحاثه الرياضية لا بد أن يشعر بـ  
 شبه الدورس أو بعثان عندما يظن أنه إدراك للامنهاية كأحد موضوع قد تم تناوذه، والتوقف  
 عندها كاملة، في حين أن اللامنهاية لا تقبل ذلك بالنعرف، أنه لا يستطيع أن يتصور ما يتم  
 تناوذه على أنه شيء فعلي

وهكذا، يرى هاينس أن ما ليس له معنى لغوي بوجود موضوعات رياضية مستقلة عن

(٢٩) ذكر في موي، نفس المجمع، ص ١٣٧ - ١٣٨، ويريد من التفاصيل نظر  
 Georges Boudigand Les Aspects intuitifs de la mathématique. avenir de la science nouvelle  
 no 2 Paris Gallimard, 1944)  
 Combès, Fondements des mathématiques, p 42 (٣٠)



الفكر انشري اندي بشها، «وحتى إذ كان من الضروري ان النظر في موضوعات الرياضه كموضوعات مسئلة عن نشاط لفرادي تفكر، فبها حسب طبيعتها الخبيثة موقفة على الفكر لشري ان وجودها مضمون فقط اندي ما يمكن تفكر ان تحدها، وخصائصها مرخوده بقدر ما يمكن إدراك هذه خصائصها فيها بواسطة أفكاره» وبعده أخرى ان وجود لموضوعات الرياضية وجود معرفي وأطولوجي معاً

من ها يتضح ان المخرج لدي بسمه الخسبون حدد بخروج من شكل اندي بفرجه الفائنص هو لمستفكره «الباء بشيد فعلاً» فهو هاسع «ان رياضيات خدمه ساءات ذهنية و نظريه رياضيه بعز عن خدمه و طافره محض تجربيه، أي عن نجاح في بشيد ساء معين هانقصه لعائيه ان « $2 + 3 = 1 + 3$ » يجب ان سطر انبها بوصفها بحر لا بفسفه اسفه «ما سببت الباء لذهبي الذي سمر انه « $2 + 2$ » ثم ساء الذهبي الذي سمر إليه « $3 + 1$ » ووجدت اني بوجدت ان نفس نتيجته» فبد قس نه ان « $2 + 2 = 3 + 1$ » فسيه فائمه أسف، و ان حقيقه تبيته، يجب فائلاً ان جميع لرياضيين، حتى الخسبون منهم، مفسعون بان الرياضيات ناسوب، كعي ما من اندي، خصائص لأنديه ولكن عذف بحدون تحديد ها بعي مدقه ميز سلف في مهاب لصعوبات ختافيرقيه وديك فانظريه لوحده تحت هذه انتهاب و لصعوبات هي طرهد من رياضيات» اما إذ قل له ملا بعي بان «انساب اندييه» فبه يجب ان « $2 + 3$ » عملية ذهنيه، أي حركه فكرية بدمج 2 في 3 والعدد 2 و 3 هما ايض شءان ذهبيان اما إذ أردت الرجوع إلى أصل خدمه للأعداد فيجب الرجوع إلى خدمه بزمان وه بلفي هذه الفرعه مع «كاتب فاحساب عد «كاتب» هو خدمه الزمان (أي النابع)، وانديسه خدمه مكاف ومعلوم ان كات يعبر لزمان والمكان صورين قدينين بلخاسه»<sup>٣</sup>

ومن ها يتضح بان ما بفسفه برور بما سمييه «خدمه ثنائيه بوحدة 2 intuition de la bi-unité» اندي بجمعه طافره أساسيه في التفكير رياضي فهو بوي أب اسرعة الخديسيه خديده بصر ان تجرئة خطابات الخيه إلى أخرى تحلف عن بعضه بعضاً من حيث التكيف و بجمعه الزمان في وحده وحده مع بقاءها مفصده، طافره أساسيه في الفكر الرياضي. «ان خدمه ثنائية انوحده» في حالتها الخالصه ان هذا سوع من الخدس - الذي بسم نه إدراك تفصل متصل - أساسي في الرياضيات، فبوسطته شئ بيس فقط العددان 2، بل جميع لأعداد لترتيب الهائه ذك لان أحد عناصر ثنائيه - لوحده يمكن النظر إليه كشائيه - وحده خديده، ولان هذه العميه يمكن تكرارها إلى ما لا نهاية نه ومن هذا سوع من الخدس اندي كست بامربط وعر مرتبط، وبمتصل ولفصل بوب خدمه عام مباشر، بل بجموعات لخطيه فتصله التي سم الانتقال فيها سهوله من أحد عناصرها إلى الآخر

(٣١) نفس مرجع، من ٤٦ - ٤٧

Continuum aénaire - ي حدس «ما بين» - جزء المفصل الذي لا يمكن استيفاده بوسط وحداب حديد، والذي لا يمكن، سائلي، سطر إثبه كمجرد حشد لموحد ب<sup>٣٢</sup>

ومن هنا يصح ما لاند يعرض لحدسبون على إمكانية د لأعداد الصماء إلى الأعد د لصنع، أي رد المفصل إلى المفصل إلى الاتصال الهندسي كما يقول «وايس» لا يمكن التميز عنه بأية تسمية (أو مسلمة) إنه من مستحيل بناء عدم مفصل (الهندسة) بكمية اكسوفيه مسئلة إنه من الضروري لنحوه إلى مبيع بتحيين (التحليل إلى مسائل) وعندما تنهي مهمة الحدس (أي عندما تحدد المسائل) يمكن برحه نتائج إلى عه هندسية بواسطة منظومة احداثية ويعلق كونرث Gonseth عن هذه الفكرة قائلاً إن هذه بوجهه من سطر بعد تفسيرها لتوضح في العناره التي فاه بها كرونكر Kronecker مصدر أسس لبرصايات، ونبي قل فيها «إن لأعداد الطبيعية لصحيحة من حلق لله، والناقي من صنع لاسب»<sup>٣٣</sup> ونبت في الحققة سسجه غممة التي يرد أصحاب برعه مطلقه نجها بأي ثمر ويدت جندو في رد لأعداد الصحيحة هذه إلى مطلق كما رأنا مع بوبرد اسر

ب- وما بخصوص لفقطة الثانية، موقف برعه الهندسة الحديثة هذه من المنطق عامة، ومن مبدأ الثالث مرفوع خاصة، يمكن إنجاز كما بين

بعتبر البرعه هندسية الحديثة المطلق في الدرجة الثانية بانبية إلى لبرصايات وديت عن العكس من برعه المطلقه بقول هايس «ليس المنطق هو الأساس الذي مسد إليه وكيف نجور ذلك، وهر نحاح إلى أساس، مادته أكثر تعقيداً وأقل مباشرة من مادي، برصاصيات نفسها»<sup>٣٤</sup> أي أن مادي المنطق أكثر عموصاً وتعقيداً من مادي البرصايات وديت حاول هايس تأسيس نوع جديد من المنطق مسوحي من البرصايات، مطلق برقص صلاحية مبدأ الثالث مرفوع صلاحية مطلقه، ويعبر عن مبدأ عدم التناقض بغير من هذا نوع الفصاة الأثنائه معاه «أي بحث في إنشاء ب، ذهبي» ولفصية المناقضة ما هي «نقد بحث في إنشاء ب، ذهبي حر، ولكن التمسك بمبدأ الشيء بامراض الب، لذهبي لأول فائنه، يؤدي إلى تناقض» ومثل ذلك فعل بانبية إلى مادي مطلق الأخرى

ويبقى حدسبون الجدل كهم في مسألة أصامه، هي رفضهم بصلاحية مبدأ لثايت مرفوع صلاحية مطلقه ومعلوم أن مناقض نظرية مجموعات مرجع كنها إلى مبدأ اثايت مرفوع لذي بقرر أن لفصية بصادفه وإم كادته فلا مكان بقيمه ثالته (أي حل ثالث كذا يقال مثلاً إن لفصية صادفه وكادته معاً، أو فيها بعض الصدق وبعض الكذب)

(٣٢) سطر في قسم الصوص بضا يعالج مشكله بصل

(٣٣) Ferdinand Gonseth. *Les Fondements des mathématiques de la géométrie d'Euclide à la relativité générale et à l'intuitionisme* préface de Jacques Hadamard Paris A. Blanchard 1926 (1974). p. 96.

يقول بروور: «إن تطبيق مبدأ الثالث المرفوع لا يمكن أن يتم دون قيد ولا شرط، إلا في حصره مدان رياضي هائلي ومحدد بوضوح». وهذا يعني أن منطق الكلاسيكي لا يعبر بصدق وفعالية إلا عن الأمور التي تخص مجموعات لهاته، ولا ينسحب إلى أبعد من ذلك ونصف بروور مثلاً: «ليس للمنطق الكلاسيكي من قيمة إلا بالنسبة إلى أجرء العلوم الطبيعية التي يمكن أن يطبق عليها منظومه رياضيه هائليه ومحدده إن الاعتقاد في لفعالية الملاحدوده مبدأ الثالث المرفوع في مجاء دراسة القوانين الطبيعية يستلزم الاعتقاد في مطابح النهائي للعلم وفي سبه التدريب» (أي أنه قائم على الانفصال) ولا يمكن أن يقال إن المبدأ الذي يوجهه السرعة الخديسه لمبدأ الثالث المرفوع لا يعي الصيرباتي في شيء. كلا، (هناهاج التي بسعملها عند دراسته لطبيعة التي يفرصها هائية ودرية، منهاج يقوم على رياضيات المتصل والادي على رياضيات اللامنهاي»

وبالمختصر، فإن مبدأ الذي يطلق منه لبرعة الخديسه خديسه، والذي يسميه كوبرت «مذبة البرعة الخديسه» هو التالي: «جميع أنواع اللامنهاي بعلت من قصة مبدأ الثالث المرفوع، فهو لا يصحح فيها ولكنه يحفظ بصلاحه بالنسبة إلى التقادير النهائية» نعم قد يكون هناك أنواع من اللامنهاي لا يؤدي فيها مبدأ الثالث المرفوع إلى تناقض ولكن مع ذلك فإن هذا لا يعني أن هذا المبدأ صالح لتطبيق فيها ف دعنا لم نستعمل ولا يمكن أن نستعمل جميع الامكانات التي يمنحها اللامنهاي يقول بروور: «وحتى إذا كان تطبيق مبدأ الثالث المرفوع لا يؤدي إلى تناقض، فإنه لا يمكن، مع ذلك، اعتباره مشروعاً فخرجه سمي حريمه عن البرعم من عدم تمكن التحقيق النقضائي من الكشف عنها وثباتها»<sup>٣٤</sup>

وبعد، في قيمة راء هذه البرعة خديسه؟ لنقل باختصار إنها بحثت فعلاً في تكسر قوانين المنطق القديم، منطق أرسطو الثاني اقيم، وفتح المجال أمام أنواع أخرى من المنطق معدده القيم أما بالنسبة إلى ميدان الرياضيات فسكنحي بالقول مع بون موي: «إن مذهب بروور يظل مذهباً خاصاً جداً، وهو على هامش الرياضيات الكلاسيكية تماماً»<sup>٣٥</sup> فضلاً إلى مذهب يعود بالربط صواب إلى لوراء، فبركهة عمرة مشهورة ويصرب صفحاً، بالذلي، عن الإبحار لعظيم الذي حققته الرياضيات الحديثة بجار وحدة الرياضيات وتحقيق لاسهام بين مختلف فروعها إنها مهمة التي أذتها البرعة الأكسيومية

### ٣ - النزعة الأكسيومية

لقد تحدثنا في الفصل السابق عن انصياعة الأكسيومية لرياضيات، وشرحنا شروطها وخصائصها، وأشرنا إلى أهميه منهاج الأكسيومي بالنسبة إلى العلوم النظرية، وأبرزنا قيمته الأيستمولوجية ولذلك سننقل نوا إلى اشارة مختصرة لكيفية التي تعالج بها البرعة الأكسيومية هذه، نقائض نظرية المجموعات

(٣٤) نظر تفاصيل في موضوع ومناقشة كوبرت لقولاب البرعة الخديسه في نفس المجمع

(٣٥) موي، المنطق ونظمه العلوم، ص ١٤٢

نفسه. و تصور مجموعة لا كسيمييه فإن مجموعات لا يتم تعريفها إلا كما نعرف  
مجموعات (س) التي تستعمل في حساب النظرية، أي نظرية كما هي هي أساساً في معادلات  
رياضية متعددة. ومما نلاحظه هو أن هذه المجموعات يمكن أن توضع مكان ذلك  
مجموعات ومما نلاحظه هو أنها لا تستعمل

وسواء على ذلك يرى Zermelo أنه من الممكن تجنب على السواء دون  
لصحية شيء من الرياضيات الكلاسيكية، وهو، اللجوء إلى تعقيدات منطقية كما فعل  
س، خاصة عندما تصور، برفع نوعه منطقية لأكثر، ونفسه في ذلك هي  
الاستغناء من عدد من سمات تسمح بتحديد مفهوم مجموعة بشكل لا يسمح بناء  
مجموعات متناقضة، في الوقت الذي يسمح بنا فيه إنشاء جميع مجموعات الضرورية  
وإنشائها الأساسية الذي يجب أن نلاحظه بعض الأخطاء الكلاسيكية، هو أن لا نقول بوجود  
مجموعة، بل نحدد أنها تعرف، إحدى خصائص عناصرها، بل لا بد، علاوة على ذلك، من أن  
تكون جميع هذه العناصر متممة أيضاً إلى مجموعة سبق أن نقرر وجودها، وهكذا فإنها  
تتحدد لا تكفي وحدها في إنشاء مجموعة، بل هي تمكينا فقط، عندما تكون على معرفة  
بوجود مجموعة ما، من التمييز بين عناصر هذه المجموعة التي - أي العناصر - سوف فيها  
الخاصية المذكورة وبين عناصرها الأخرى التي لا تحت هذه الخاصية، ولكن من الصعب لا  
يمكن أن تحدث الفجوة، بل إن ذلك كان هناك قطعة من الفهم على شكل نائبة  
بأنه، مثل الذي تم، فكذلك لا يمكن خاصة ما أن شيء مجموعة، بل إن ذلك كان هناك  
مجموعة أخرى نعتد بأنها نفس الشيء الذي نعتد قطعة الفهم نائبة إلى الفجوة  
بنفسه، أي كذاها، وبما، على ذلك يمكن ما تمكينا، بل إننا نعتد خاصة عدم  
البناء هو مجموعة مجموعات التي سمي، في مجموعة معينة تم بناءها من قبل ولا نسمي  
في نفس، ونستل لا أفع في ساقص، فإننا نعتد أن مجموعة خدعة تسمي إلى  
مجموعة التي تم بناءها، وقد تم بناءها لا سمي، بل نفس، كان معنى ذلك أن تحت  
الخاصية المذكورة، وإنها فهي تشمل على نفس، ما إننا نسمي في نفس، فنست  
يعني ما لا تحت تلك الخاصة المطلوبة، وإنها، فهي لا تشمل على نفس، أما إن فرضنا  
أن المجموعة الجديدة لا سمي إلى المجموعة شيده من قبل، فهي هذه الخاصة لا تحت  
خاصية مطلوبة، وإنها فهي لا تشمل على نفس، ولا يمكن أن تكون، ولا تشمل على  
نفسها، لكي نقرر على الخاصة مطلوبة، هكذا يجب أن الأخرى من أن هو وحده الذي  
يؤذي في ناقص، ونستل فإن الأخرى من الثاني هو الصحيح<sup>37</sup>

هذا، وقد سمعنا لاشارة في الفصل السابق إلى أكسيومات هير، وكيف أنه يلجأ على  
صراحة الاستعانة كما هي معاني الأوتومات واعتبارها مجرد رموز، نكتب معاني من سياق  
بني بوضع فيه وقد دشن هذا لعدم الرضا الكبير، سحب في صدد جديد، هو مبدأ  
وما بعد الرياضيات، Metamathématique، الشيء الذي أدق إلى يشير علم جديد يحسن

نفس الاسم، موضوعه لا الكائنات الرياضية التي تحدث عنها برمور، بل برمور والعبارة  
 رياضية نفسها بقطع النظر عن معناه. إن هذه الرموز والعبارة التي نشأ لتعبير عن  
 الكائنات لرياضية تصح هي نفسها كائنات ذات طبيعة أصلية وحدوية بدواسة خاصة إن  
 علم «ما بعد الرياضيات» إذن، هو نالسه إلى لعبير رياضي كسسه رياضيات نفسها إلى  
 موضوعاتها وإلى جانب علم «ما بعد الرياضيات» - قام سبب الصبغة الأكسيومية للمنطق  
 علم «ما بعد المنطق» Metalogique وهو نالسه إلى منطق كعلم «ما بعد رياضيات» نالسه  
 إلى الرياضيات

\*\*\*

وبعد، فندرج هذا الفصل بالمرور إلى شكل «مناقض نظرية المجموعات» وبكيفية  
 عامه وأرمله أسس لرياضيات «ما بعد بطرح اليزم نفس الخطة التي طرح بها في انعقود الأول  
 من هذا القرب فقد تم الآن تجاوز هذا الشكل، ففصل تقدم الأبحاث الأكسيومية التي  
 أدت، كما رأينا، إلى قيام منحبر جديد، بل من علمين جديدين هب «ما بعد  
 رياضيات»، «ما بعد منطق» وأصبح الصبغة الأكسيومية الآن معتمدة لدى معظم  
 الرياضيين، حتى لدى ذوي النزعة المعاصرة، لتتدرب السرخس في رأيا أم أصحاب مدرسة  
 برور فهم أقديه، وعلى هامش الرياضيات الكلاسيكية

لقد تجاوزت هذه المشكلة الآن بعد أن سوطد المنهج الأكسيومي وتحولت أنظار  
 لرياضيين من «لكائنات» إلى لباب وقد أدت هذا التحول إلى طرح مشكلة مدعية طرعا  
 حديثا، جفت من حديثها أيضاً، بقصد بذلك علاقه الرياضيات بتجربة لي مسحص لها  
 المنطق السادس

## الفصل السَّراحي

# الرياضيات والتجربة

### أولاً. وضع المشكل

نطرح مسألة لعلاقة بين الرياضيات والتجربة مشكلتين يسبمولو حين رئيسين،  
يمكن صياغتهما كما يلي

١ - كيف أمكن رياضيات، وهي نعم الفعل الخالص، العلم الذي بما ورمعزع مد  
أن أعطاء اليونان حاسبه لطري المعروف بوسطه الهندسة الصعبة وحده، وفي إطار لشباط  
الدهبي المخلص، بعد عن سحرنة ومعظياتها، أن يصح في نهاية المطاف، الوسيده لوحيدة،  
أو الآله الصعبة، التي تمكّن من تكشف عن معميات بنحونه، وسجلاص فوائس  
الطبعة<sup>١٤</sup> كيف بعد أن بسح كنيه عن سحرنة ونحر نهايا من لارتباطها، أن يصح مع  
بدايه العصر الحديث، اللغة الوحيدة لي تمكّن من فراءة كتاب الطبيعة<sup>١٥</sup> - كما قال دانيلو  
(١٥٦٤ - ١٦٤٢) فرعه قسب «لعدم استيعابي» است عن عقب، فحوسه من العباديه  
بالكفصا إلى لاهتمهم بانكميات، من الانقطاع إلى درسه لخصائص وعبراب إلى اعتماد  
القياس Measure والاحراءات الحسابيه، بما حمل بعيريه محدثه تصحح، بحق، حواره عن  
«الصياغة الرياضيه بطبعه» Mathématisation de la nature لا أقل ولا أكثر<sup>١٥</sup>

٢ - أم المشكله ثابته التي تطرحها علاقه الرياضيات بالتجربة، فإنها، عم قدمها، ما  
رالت بسعر يفكر بعض لفلاسفه لرياضيين، خصوصاً عندو يلاحظون أن تعاني  
رياضيه، وهي المقصوده الصبه عما عن تجرئة، فرض نكسها عن لفكر ك «كائنات»  
د ب «وجوده لا فعل صلاية وفوه عن وجود الأنبياء ناديه نصيها، و ن مفومها يفكر لا فعل  
عن مقاومت الاشياء ناديه نجسد، وفي ساء، مانه بش من قبل، وهل بسطيع يفكر أن

يعبر، كي يشاء، مجموع روي ثلث

هناك، إذن، مشكلة أخرى تطرحها مسألة لعلاقة بين الرياضيات ولتحجرة، يمكن التعبير عنها كى بى

ما هو نوع «لوجود» لدى يجب أن سنده إلى المكاشف لرياضية؟ إن الرياضي عندما يعامل مع الأشكال الهندسية والأعداد الحسابية ولرموز تجريبية، لا يهتم المقابل لشخص هذه الأشكال والأعداد والرموز، لأنها «أشياء» مجردة تدعو على التجزئة، فلا تعبر تعبر الأشخاص والأوقات والأزمنة، بل يظل دوماً ذات خصائص مجردة مسندة تمام الاستقلال عن حقيقتها الشخصية، عن التصورات و برعات الفردية بل إن تعبر هذه «الكائنات» تبدو وكأنها من «طبيعة» معادية تمام للطبيعة الحسية، خصوصاً وأنه من الصعب جداً، بل يمكن من مستحيل، العثور على ما هاتين في العلم الحسي، أو «صنع» تحقيقاتها على صعيد الواقع الشخصي، كالأعداد التجريبية، ومحبات التي لا تماس لها، ومجموع الأعداد الحسنة لكي يمكن دوماً إيجاد عدد أكبر من مجموعها التي سمي إنها النح

وعلى الرغم من الاختلاف الظاهري بين هاتين المشكلتين، وعلى الرغم من أنها قد أثرت كلا على حدة، فمعاً وارتبطت، فهي في الحقيقة رواقع مظهرية تعطي مشكلة واحدة، هي مشكلة لعلاقة بين الرياضيات والتجربة. فإذا تبينا هذه العلاقة بوصفها، هارت - ولا شت - كتر من الاعتبارات لوجهية التي تفصل بينهما، ولوي كانت أساساً يتبدل عنه فسميات ميتافيزيقية عديدة

وقبل أن نطرح المسألة في إطار الفكر العلمي المعاصر، لا بد من إلقاء نظرة وجيزة على طارها المعاصر، حتى نرى إلى أي مدى أصبح الاستمولوح المعاصرة قادرة على تجاوز مشاكل الصيغة التقليدية، وما بالكشف عن الأسس بوهية التي قامت عليها، أو بإعادة طرحها صراحة عندهم سلفاً

## ثانياً - النزاع بين العقليين والتجريبيين

معروف في تاريخ الفلسفة أن الفلاسفة قد تقسموا بصدد معرفة إلى تجريبي

العقليين، ويرون أن في بعض مبادئ مايقه على التجريبية، بوصفيتها يستطيع كتاب معرفة عن العلم التجارحي، بل هو يفرض عليه مبادئه وفوائده. وتعرفه العقليية في نظريتهم، هي وحدها معرفة حلق لأنها نصف بثلاث خصائص أساسية هي من جهة معرفة مطلقة Absoluie بمعنى أنها ثابتة لا نعلم نعم التماس و مكنا، وهي من جهة بده ضرورة

وبلاحظ هذا ان الصياغة الأكسيومية للهندسة قد تيب فعلاً ان روي ثلث بكم : بدوي ٨  
د حة : كل و أكثر كي ب فز عند حديث عن حسابات التلاقيية التي تبي كان عنها مائة بش  
وم ه تنس أهمية مساهمة التي بإمكانها لفتح الأكسيومي ان يقدمها من حد هذه مشكلة وهي ه الهه  
شتر : بعض معانها في المعرب الأخيرة من هذا الفصل والفصل القادم

Necessaire بمعنى أنها صحيحة بذاتها وعرض نفسها بشكل حتمي، فالضرورة هي في مقاصد  
الاحتمالي و خبر فهي كلية Universelle بمعنى أنها عامة مشتركة بين أسس جميع

وإنه بصفحة معارف - أو أحكام - العقلية فإن سجد أن لأحكام - و المقاصد -  
الرياضية هي التي سجدت فيها أكثر من غيرها من غير مبرر أو شروط المذكورة في معرفة الرياضيات  
مطلقة وصره وكنه في ب واحد، وندت كانت بمودحا للمعرفة البقية، ومن أجل هذا  
يضا نجد فلاسفة العقول (أشأن التفكير وسورا وليسر) يدعون إلى ضرورة اصطلاح  
مباح الرياضي في الأبحاث الفلسفية، إذا ما يريد أن تتوصل إلى معارف بقية، بغير  
معارف الرياضية وإذ كان العقليون عمومًا يسمون بأن الحسن والنجرة يندت بقسم كبير  
من معارف بني سورا عليها، خاصة تلك المتعلقة بالعلم الخارجي، فإنهم يعتبرونها معارف  
خبرية غير نفسية تحتاج في صدقها وقياسها إلى تركية العقل، أي إلى تلك المبادئ العقلية  
لأنه عن الحرية التي يثور عليها، وتشكل طبيعتها الخاصة ولكنهم عدم طرح عليهم  
مشكلته بطرق أحكام العقل، وعلى رأسها الخلفاء الرياضية، وهي كمن وصفها، عبي  
مضطرب لجرته، وهي السيرة خبرته، لتراكبية بعضها أنه بعض، لا يحدون مخرجًا إلا  
بفرض نوع من الوساطة الإلهية، فيقولون مثلاً، ب الله قد خلق العالم وأبدع نظامه بكيفية  
تحته قديلا لأن بطون عليه أفكارا لعقبة لقلبه، التي مصدرها الخلفاء لأبدية الناحية من  
عقل الإلهي نفسه، لشيء الذي سجد في الآخر إلى فكره أن الرياضيات تسطر على  
الحرية لأنها من مصدر واحد هو الله

وأم التحريرون، ومعظمهم فلاسفة كديريون (بوك، هيوم، جون سوارث ميل)  
فهم يرفضون وجهة نظر العقليين عامة ويعارضونها بشدة إنهم يظنون من مبدأ أساسي،  
وهو أن جميع أنواع معارف بني ندب مستفاه من الحسن والحرية، وأنه نس ثمة في عقل  
الأم عده به المعطيات حسية وكذلك فجمع التفكير يمكن أن يحل - في نظرهم - إلى  
مدرجات بسيطة مسعدة من الحرية، وانفصال الرياضية التي يتحد منها عقليون حجة هم  
يسب، في نظر جون سوارث ميل، سوى تعميمات تجريبية، منها مثل باقي الأفكار  
مجردة على أن مهم - ويعلى الأمر ه بالتحريبه لحدثه، أو التجريبية لثقلية - من يرى  
أن المقاصد والأفكار التي لا تسعد من الحرية لسب سوى عبارات صادرة من المعنى، كما  
شرح دنت بقا<sup>٢</sup> أما انفصال الرياضيات فهي لا تعدو أن تكون مقاصد تكرارية أي مجرد  
تحصيل حاصل، كما سري بعد دنت

### ثالثاً. كانت، ومحاولة النقدية

بعد حاور كانت مذهبه النقدي أن يحسم النزاع بين العقليين والتجريبين، ويجمع بين  
مظهر حسني والمظهر العقلي في معرفه، بواسطة ما أسماه ب "تقسيم لركيبية العقلية"،  
مجدداً من الرياضيات والظواهر أساساً لنظريته

<sup>٢</sup> انظر جدول انعام، فقرة الوصفي حديده



يلاحظ كانت تاديء دي بده ن لأحكام وانقصا صعبا تحييه وتركييه

لأحكام التحليل هي لي سمي مجموعها إلى موضوعها، بحيث ينص مفهوم انه  
موضوع محوي المحمول، فربط هذا بذكر ارساط مقدهه وقف بدأ هو به ويدت كات  
هده لأحكام أحدها توصيحيه فهي لا يصيف إلى موضوع أي جديد توسطه مجموع.  
بل ينص على تحييه، ي على تحييه إلى مفاهيم حثيه التي كات تدرء، حيه وهو شكل  
عناصر فانقصه الفائلة مثلا «كل جسم عند» قصه تحييه، كعي ن لمحمول «عند»  
مضمين في موضوع «جسم»، لأن الأمتد د بين شيئا آخر سوى مجرد حمل نفس جسم،  
وبالتالي نحن غير محادين بسحت حاج مفهوم «جسم» لكي نحدد معنى «الأمتد د»

وأن لأحكام التركيبه فهي التي يصيف مجموعا إلى موضوعها معنى جديد لم يكن  
يشتمل عليه، وبالتالي لا يمكن استخلاصه منه نتائج فانقصه لفائدة مثلا «كل جسم  
ثقل» قصه تركية لأن محمول فيها «الثقل - لور» ممي عن موضوع، ولا يمكن  
استناحه منه بالفعل، كما هو الشأن في «الأمتد د» بل نحصل عنه بالجزء إلى جزئه ب  
لجزئه الحيه هي لي تدي على أن الورق مرتبط يوما بالأحسام، ي بكل ف هو متحد وبه  
شكل

وخلافا لبعض الذين يرون أن ضروره بي سطوي عليها انقصا الرياضيه راحمه  
إلى كونها عناصر تحليله سافعي لدي شرحه، وحالات التحريين الذين راحه العالم إلى  
الأحكام التركيبه، تكون العقل في نظرهم لا يستطيع أن يوجد بين مدركين إلا بعد أن يكون  
قد لاحظ ارساطها في التحريه، وندس م سطعو نعا بذلك ن يسيو ف في الأحكام  
التركيبه هده من ضروره، لكونهم مجموع من التحريه مصدر لوحيد لمعرفة، والتحريه ك  
معين لا تضمن أيه ضروره، بل كل ما هلا، أب تقدم الوقائع بعضها بده بعض  
خلافا هؤلاء وأولئك يرى كات أن الأحكام العلميه - وعلى رأسها انقصا الرياضيه تجمع  
بين مر ي - أو ميرات - الأحكام التحليليه والأحكام التركيبه ويدت كات أحكاما تركيبيه  
قلية، لا مجرد أحكام تحليليه هي أحكام تركيبيه لأن مجموعا يصيف جديد إلى موضوعها  
قد عرف ثلث مثلا بأنه لشكل اهليسي يحاط بثلاثة خطوط مستقيمه متطاعه، فإذا لم  
سطيع أن ينص إلى القصيه ثنائيه «روبي الثلث اند حليه تسوي قائميه»، من مجرد  
تحليل بصورت بلخط استقيم وروبيه والعهد؟ (وهي عناصر تعريف ثلث) مثل هده  
انقصا، إتب، قصه تركية تقوم على حدس ولكن هده الحدس ليس حدا تجريبيا، لأن  
انقصه الرياضيه المذكوره بقييه ومطلقه، بمعنى أن إكادها يؤدي إلى تفص، ولأن عالم  
التجريه الحسيه يقتصر كى قد انفا على أن تقدم أمم الوقائع بعضها بحور بعض، وبالتالي  
فهو لا تضمن ي ضروره أو يقى وإتب، فإن الحدس لي يقوم عليه لقصاب

(٣) يلاحظ ف مرة أخرى أن انقصا لأكسيوميته منهده الأوقيديه، لا دغ عملا مد انقصا التي  
يعتدب عند كات، فافكار القصيه شذر إليها وهي تنقصه جسمه السواري لا تؤدي إلى سافص، بل إلى  
هده حري عم الأوقيديه كى من حدا دتق بها

رياضيه حدس فيل حالص . ويسي فيل مصدر يقيد وصرورها هو انفس عسه . أي  
فدره بقده

ويما ن خدمه علم يقوم على حدس مكان ، وحساب علم يقوم على حدس زمان  
فيه من لهروري ن يكون زمان و المكان حدس فيل ، كما جعل مهب صوبتين فلسف  
محاسبه يقوم كات موصحا هذه لفكره لاساسه في نظريه لبقده «بوسطه خمس  
خارجي (وهو منك من مكان هكرب) يمثل في انفس ، مواضع باعتبارها حرجه عا  
وموجوده كلف في مكان ، فهي هـ لأخر يحدد ، أو يمكن أن يحدد شكلها ، وطولها ،  
وعلاقتها بساده هـ خمس لداحي الذي بواسطه حدس الفكر دانه ، أو حسه الداحية ،  
فهو دون شك لا حدس انفس دانه ، «باعتبارها موضوعا» بل هو صوره محدده بسطها  
يصح من الممكن حدس حاله بدحيه ، يجب أن كل هـ سمي في استحداث البدحه  
بسم تمثله حسب علامات زمان ر ن زمان لا يمكن أن يدرك خارجيا ، مثله في ذلك مثل  
المكان الذي لا يمكن أن يدرك بوضعه شك خارج عن دونه

مكان والزمان ، إذن ، صورتان قديسان للحدوس بحريه ، وبعبارة أخرى أنهما  
صورتان أوليتان ذاتيتان تخلعهما الجسمانية على المذركات الحسية ، وبوسطتها يتم ترتيب ذلك  
للمذركات في علاقات مكانية وزمانية . ذلك لأنه عندما نكون أمام شيء حركي خارجي ،  
نحدث فيها حدوس بحريه ، ونحن بما أن تلك حدوس لا تتضمن لصفه الزمانيه أو مكانيه  
بذلك لشيء ، بالرغم من أن لا ندركه إلا في علاقات زمانيه مكانيه ، فإنه لا مفر من أن  
نصرص أن ذلك العلاقات صادرة عما ، ومن ثمة يصح هذه العلاقات صوريتين قديتين  
للحدوس التحريه . ويرهن كانت على كون المكان زمان صورتين أوليتين لمحاسبه بعده  
أمور منها أن لا نستطيع أن نصور الأشياء خارجها عما محصورة بعضها إلى بعض ومستمرة  
في امكان عتمته إلا على أساس فكرة سابقة للمكان ، كما أننا لا نستطيع أن ندرك لشيء أو  
التعاقب في الأشياء إلا إذا كانت لدينا فكرة سابقة عن الزمان ، وبالفعل فإننا نستطيع أن  
نصور مكانا حلوا من الموضوعات ، و زمانا خاليا من لظواهر والحوادث ، في حين أننا لا  
نستطيع تصور موضوعات بدون مكان ، ولا حوادث بدون زمان . أصف إلى ذلك أنه لا  
يمكن أن نصور ، لا مكانا واحدا و زمانا وحدا ، أما حين نحدث عن لامكان والأرمة فمن  
معني هـ آخر ، ذلك المكان لوحد ، وأجزاء ذلك الزمان الواحد ، وأيضا لا يمكن القول إن  
مكان والزمان مسحصان من التجزئة لأننا نصورهما عبر مناهيين ، في حين أنه لا يوجد في  
تجزئه ، لا معادير مساهيه عن الزمان والمكان

هذه لطريقه يحاول كات أن ثبت أن صدق القضايا الرياضيه يقوم على أن الزمان  
والمكان خدمتان قديتان فهي من جهة قضايا فنيه ومن هـ صرورها ، ومن جهة أخرى هي ،  
على عكس القضايا المنطقيه - التحليليه المنحص - خصائص حدسيه ، ومن هـ كونها تركيبية ،  
نصيف جديد إلى معارفها . وبما أن هذه المعارف هي نفسها الشادي التي نظم بواسطتها  
تجربتنا حدسيه ، فإن الرياضيات ، إذن ، هي النعمه التي كتبها «كتاب الطبيعه» وهكذا

يكون كتابه حجة في المصداق لمراديه من ضرورة الهندسة التي سادتها في تلك الحقبة، وجزء أصدها حتى، كما يقول محررون

بعد تعصب نظريته كتاب في الزمان والمكان لا يتناول عدده، لا محال يذكره هو وحسباً بشر فقط، أما ما قاله هو إلى ينطبق فيه من مساهمة الهندسة لأوقيديس، وهي الهندسة التي توافق خبرات الحسنة وتجارب مشهورة أما في ميدان هندسات أخرى فإن الأمور تختلف كثيراً من قبل ونسباً في فكرة برهان مطلق والمكان مطلق التي هي بـ سويسر والتي هي عصب كتاب نظريته هذه، فكم تلت نظريته الهندسية حصاه، كم سرى في آخره لثاني من هذا الكتاب

## رابعاً التجريبية المنطقية والعقلانية التجريبية

لا يستصعب كتاب رغم جهود المحقق التي سادتها في كتابه «نقد بعض محروقات» أن يحل مشكلة «نطاق الرياضيات على لبحرته» إلا في حدود هندسة لأوقيديس التي كان ينظر إليها قبل صدام هندسات لأوقيديس وعتقاد الصبغة الأكسيومية إلى الأسس التي هي عصب كتاب نظريته هو «كسافة» أن الفصائل الهندسية فصائل بركبية فنية معاً، يتجسم فيها ما هو عملي بما هو تجريبي «لتحاشاً لا انحصار به»، انشيء الذي جعله يقول بوجود «قوة» عصبه شكل شروط ضرورية لكل معرفة

والواقع أن نطاق الهندسة لأوقيديس على سحرته جمع فقط إلى أن هذه الهندسة كانت في ب واحد، نظرية ونسبية، بمعنى أنه يمكن النظر إليها إما بوصفها بناء عقلي كسيويميا خالص عرّف حدوده عن معارف موضوعي لشخصي وأصبح مسأله يتعلق به مضرورة على لائق المنطقي، وإما باعتبارها حصلاً شخصياً هذا البناء الأكسيومي به، وذلك عندما يعطي حدوده وقصائده معانيها الحسية التجريبية، وفي هذه الحالة سيكون أمام أحد عموم الواقع، أوثباته ونظرياته هي نفس قوانين الواقع بقوانين الفيزيائية وإدراكه فالصيا بتركيبه لعصبه التي هي عليها كانت نظريته، ليست في واقع الأمر إلا تعبير عن انطباق الهندسة على لبحرته وبعبارة أخرى إنها بوجه اعطاء المذلول الحسي حدود وقصائده كسوماتك معين، هو دلت على ذلك الذي شكلته الهندسة الأوقيديس في جانبها نظري

إن المشكلة إذن لم تحل على صعيد المنهج الكلاسيكي، وكل ما في الأمر هو أن هذه المنهج قد صاغت المشكلة صياغة أخرى، أو عرّبت عنها تعبيراً جديداً يحاول حصرها بواقعه نوع من برهنة الضرورية بين ما هو تجريبي وما هو عقلي، ربطه ما لبث أن انحدر عراه بعض مقدمات رياضية نفسها وفعلاً، فلقد عمدت الصبغة الأكسيومية بالهندسة على حل مشكلة ثنائية لم يكن قد كانت قائمتها في هذا النظم، ثنائية كونه علم عقلي خضع في شأنه وعملياته الاستدلالية لمؤعد المنطق وحده، وينطبق في الوقت ذاته على لبحرته، على موقع الشخص بعد تم الفصل، فصل لصاغه لأكيويميا، من الجانب النظري (ما هو

منطقي) ولحاجات التطبيقية (وما هو حديسي) في الهندسة الأوفيدية وأصبح الحساب لونه عماره عن عنصر محقق تمام، أحدهم عود كالمطوق تمام (الهندسة النصرية) ولاخر مشحخص كالفيرياء وبيكيت (هندسة التطبيقية)، شيء لذي دفع بعدد من فلاسفة تحريبيين في بقرن العشرين إلى فصل نهائي في العلوم بين مجموعتين محققين العلوم منطقية لرياضية، وهي محقق صورته، عماره من كل دلالة موضوعه، والعلوم الأخرى، علوم انطبعة والاسباب، علوم موقع مشحخص، علوم التحررة

تلك هي وجهه نظر التحريسة المنطقية التي نعلم انقصب منطقية والرياضية فحساب تحليلية «مكرارية» ي عماره فقط عن «محصيل الحاصل» وذلك في مصاد مصابا التكريه لتي تمسما بمجره عن موقع، والتي يمكن وصفها بأنها قصه «اخاربه»

ب مصصب لأوى لا تقدم لنا أي جديد بلآره. وسدت كانت صاحبه بلاسطاق على التحررة فعدها أفر مثلاً  $2 = 7 + 5$ ، وعدها أجد في موقع الحسي أن حسه أفلام مع سبعة أفلام شكّن اثني عشر فلماً، فليس ذلك راجعاً إلى كون الطبيعة كحصى بدعقل، أو لأن الأمر يتعلق بمجرد صدقه، بل ب الأمر كله راجع إلى أي أفعل نفس الشيء عندما أقول  $7 + 5$  وقول  $12$  إن المواضع الدعوية هي التي دفعني إلى ذلك، وعدها أخرى ب كل ما في الأمر هو أن قد نقصا على أن يكون اللفظان أو لمرز  $7 + 5$  من جهة، و  $12$  من جهة أخرى معنى واحد يحكم تعريفه هي وبدو قول مصصب ليهي في الرياضيات راجع إلى أنها لا تحريسا شيء جديد، وإنما نجعلنا نكرر نفس شيء

على أن لفصل بين ما هو منطقي وما هو حديسي، تحريبي، م بعدد حصصاً بهندسة وحدها، فالصناعة الأكسبومية أحدث لأن تكسح جميع العلوم التي وصبت درجه عيه من التحريد، كما يتألف لرياضيات ومطوق أولاً، ثم البيكيت والفيرياء ثابت وعدها أخرى، ب اصيناعه الأكسبومية (أي لفصل بين ما هو مجرد وما هو مشحخص) قد عمتت الآن على جميع العلوم لتي أصبحت فلة لأن صناع ونظم شكل امتساحي، لشيء الذي حصل بالإمكان تنقيير، لا بين العلوم المحررة والعلوم مشحصة، كما عمتت التحريسة المنطقية، بل بين لباحيه لنظرية الأكسبومية، والباحيه لنظرية التحريسة، في عمتت العلوم

وانواقع نه ليست هناء علوم مجردة، وأخرى مشحصة، بل كل ما هناء هو وجود درجات متفاوتة في التحريد وبالتالي فإن كل علم يمكن ب نظر إنه من ناحيتين أو ويتين رابوية منطقية صورته، ورويه مشحصة فخرسة، فاصصيب مثلاً، يمكن أب «نقرا» على مسويين مسوي أكسبومي تحريدي صوري، ومستوى تحريبي، مسوي الوقع مشحخص وكذلك لشأن في الفيرياء وبيكيت، وإلى حد ما في العلوم الأخرى التي لم تقع درجه عيه من التعمد

و صبح أنه عندما بطرح المسألة على هذا الشكل، فوب من يكون أمام مسأله لاسطاق رياضيات على التحررة وحدها، بل أمام مشكلة عم، هي مشكلة العلاقة بين المحرر

ومشخص بكيفية عامة، وهي مشكلة بحثها العالم الرياضي السويدي فرديناند كونرت (موود ١٨٨٩) Gonseth 1 على ضوء بعض السالحي الأيسمولوجية، بقي أمعرب عيب العيريه (بيكرهيرييه)<sup>١</sup>

بري كونرت ن لصورة المحص لا وجود ها، إذ في كل ناء تجريدي يوجد راسب حدسي بسحيل محو ورائه ذلك لأن امعروف لشريه لا يعرف لحظة بصغر، ولإسار الماعرف هو ساس له ماص معرفي، مه سيمي ابواسل - لأدوات انبي يسميه في امعروف نعم ب تفكر بشيء مفاهيم محوره، ولكنه لا يقف عندها، بل يعمل باستمرار على إعطائي تحقيقات مشحصه أكثر مرويه من تلك التي ساعها ميا، تحقيقات حديده بشق ميا تجريدات حديده، مسعين في دنت بالرمور وهكذا فليس هناك معروف تجريبيه محص، وأخرى عصفه محص، بل كل ما هناك أن أحد محص، انعقي والتجريبي، قد يطعني على الآخر، ونكن دور أن نعه نماماً، فالفكر، أي فكر، هو دوماً مشحص ومجرد في كل معروف عقبيه يوجد راسب تجريبي، كما أن في كل معروف تجريبية يوجد عصر نظري

وهكذا فالفكر الرياضي سمد أصوله من الحره الحسيه، وانطلاقاً من هذه الحره يعمل على صياغة أفكار محوره، ثم يرمع ها درج أعلي من التجريد، ويساعا برمور اصطلاحيه وبواسطه هذه برمور يبي الرياضي عدل ذهب حديداً، نحاور التحص فيه من الحره بواسطه صياغة الأكسيوميه ونكه، مع دنت، لا يستطيع، ولن يستطيع التحص ميا هات، لأن في كل ناء مجرد يوجد راسب حدسي لا يمكن العاؤه نماماً ففكره اساري مثلاً لا يمكن فهمها وإدراكها ما لم يكن هناك رجوع ذهبي - ولو شكل عصف إلى الألف الحسيه التي أدراكها مساويه

وبناء على دنت فإنه سيكون من غير المشروع نماماً، لفصل بين الرياضيات والعيريه، باعتبار أن الأولى محص عقبيه، والثانيه تجريبيه إن العالم الرياضي يقوم هو الآخر بتجارب ذهبيه، تاره بكيفيه حريجه، وذلك حين يقوم تركيب لأشكال لهندسيه، وأحياناً كثرة بكيفيه صميه وذلك بواسطه رمور تدو عبدة كل انعد عن انحره، ولكن في الحقيقه لا معي ها إلا بعض ماص من التجربه المكرره المعادة بقوى كونرت وهناك رابطه تربط لخطر بالحره، رابطه قد سحل قليلاً أو كثيراً، ولكنها لا تسو هاتي إن البحث العلمي لا يتم على مسوين مسهلين، أحدهما عن الآخر، مسوي نظري أو رياضي، لا علاقته له بعدم الحسي، ومسوي تجريبي تؤحد فيه ابوائع بكيفيه مباشرة إن الأمر هو بالعكس من ذلك نماماً فلاحظ لا يلاحظ إلا انطلاقات من فكره ما، وليساءب التجريبية الرياضيه إنما يكتسب انفعاليه والاستخدام من أسسها الحسيه إن الأساس يكتسب المعرفه بواسطه عمليه منصه من لشامت والتدح من لفعل ولظر، وبالفلي فإن البحث انعمي يارجح دوماً

(٢) سحر Ferdinand Gonseth. *Les Mathématiques et la réalité* (Paris A. Blanchard s.d.)

يؤمن هذين العظيمين المذنبين لا يمكن تصور حدهم دون الآخر، النظير المعطي من جهة،  
و سحرته من جهة أخرى”

والمنظور مثله في ذلك مثل الرب صياح وساقى العلوم الأخرى فهو قد شكس بالمرور  
نفس من حل التي مرتب بها لرياضيات والعلوم استخرسه وان قواعد منطق كبي يقول  
ديتوش Destouche - نشق من لغواتين بوجودية للموضوعات مستعمله، فهو علم تجريبي  
وصحي، يمر عن قوانين الحدوث مثله مثل الفيزياء، ولكنه يعنى بالموازين الأكثر عمومية من  
ذلك التي يعنى بها الفيزياء. إنه حسب عبارته مشهورة لكوبرت «فيزياء موضوع La physique  
que se libère que conque وبالتالي فإن لصياغة الأكسومته لنامته مستحله موء في منطق  
وفي لرياضيات، فهناك دوماً راسب من التحرة مشحصه وكل ما في الأمر هو أن سادى  
لبي يستقيها من التحرة، بحري عليها عمليات مصاعده من التحريد، لبي منظومات  
مسطبة مختلف عن تلك التي توجد في التحرة وهكذا أصبح في إمكاننا إنشاء أسوع من  
منطق، مثلي أن هناك سواعاً من لغات ب المنطق لأسطي - مثله مثل هندسه  
ألميديه - يكفي في ميدان لوفع الذي يعيش فيه، لأن عوالمه استخرحت من هذا النواضع  
نفسه وهو، لذلك، ليس تده بصوريه، لأنه لا يقدم لنا قوانين لمفكر مستعفه عن لمحتوي  
سفللاً تام، وبالتالي فهو لا يكفي في عدم آخر، كالتقدم للمكروفيزيائي الذي يتطلب منطق  
حر بلازم معه، تماماً مثلي أن لغة عبرية يكفي في مجال سوحى انجزي، ولكن عدم  
لانتقال إلى أوروبا مثلاً يصحح من لضروري معرفه لغة أخرى

من لوصح هنا أن كوبرت وديوس قد استوحي نظريتها حول معرفه عموم، وعلاقة  
الرياضيات بالتحرة خصوصاً (أو المجرّد بالتحصن) من كشوف لفيزياء الحديثه، حصه منها  
تلق لبي سعن بالنظريه انكوسيه، مما يدل دلالة واضحة على أن لمحتوي التي يعطى لمشاكل  
لمعرفه مسوحي دوماً من المعطيات العدمية القائمة، ومن لأفاق التي فتحتها أمام الباحثين

### خامساً: موقف المادة الحدلة

وهكذا نظريه التجريبيير التقليديين (بوك، هيوم، سوبرت ميل) في معرفه رياضية  
مستوحاه، من مرتبطة ارتباطاً عضوياً، بعلم النفس، براسطي الذي قال به هؤلاء، كي أن  
نظريه لعصبيير لكلاسيكيين (ديكارب، ماسيو، نيبس) مرتبطة هي الأخرى بعلم النفس  
للعصبي الذي أرسى دعائمه ديكارب حينما فصل فصللاً تام بين النفس والبدن، بين الفكر  
والامتداد وكندسك شأن في ما يتعلق بنظريه «كاتب» التي قلب فل بها مسوحيه من  
فيزياء نيوتن، وتجريبية هيوم، وعقلانية بيسر

5) بطر يعب Ferdinand Gonseth *Les Fondements des mathématiques de la géométrie*  
*d'Euclide à la relativité générale et à l'intuitionnisme* préface de Jacques Hadamard (Paris: A  
Blanchard 1926 1974)

كن ذلك يؤكد الحقيقة التالية التي نادت بها ايمرسون، وهي أن معرفه هي دوماً ذات طبعه تاريخي. وهي نفس خصصه لي بي عنها هيجل فليسفه بقول بين «في الأساس، الحق كله إلى جانب هيجل ضد كانت، فالفكر إذ يرتفع من المدحوس إلى مجرد، لا يسعد أبداً، إذ كان صحيحاً، عن الحقيقه، بل يقترب منها»<sup>١٦</sup> والتحريكات تعليمية الصحيحه كلها تعكس الطبعه بمعنى أكثر، ويصدق أكثر، ونسوة أكمل فمن التأمل الحق إلى الفكر المجرد، ومن الفكر المجرد إلى ممارسه لعملية، ذلك هو مسار الدب لكسكي لمعرفة الصحيح، لمعرفة الحقيقة موضوعية<sup>١٧</sup>

في إطار هذا اسطور نعالج المذبه الحسد العلاقه بين الرياضيات والسحره، وهي علاقه شرحها ايمر بوصوح في فقرات من كتابه «صد دهرنغ» يقول ايمر «مبسطاً ماأؤكد أن الرياضيات المحض صحيحه باستقلال عن لبحره الخاصه بكل فرد، وهذا مبسط بالنسبة إلى جميع لوقائع المقرره في جميع العلوم، وبالنسبة إلى جميع اسوقع عي العموم» ولكن ليس صحيحاً فقط أن العقل، في الرياضيات المحض، يشعر حصراً بمحدوداته وتحيلاته الخاصه فالتصور ب عن العدد والصورة (لشكل) يأت من أي مكان خارج عن العالم الواقعي، إن لأصابع بعشره لي تعم عليها الناس بعد، وبالتالي تتنموا القيام بأوب عملية حسديه هي كل ما نريد، النهم ألا أن نكون سداً حر من العقل ومن أجل بعد لا يكفي أن نكون نمة أشياء بعد، لا بد أيضاً أن نكون نمة بعده عن سطر إلى الأشياء بصرف النظر عن جميع صفاتها لأخرى خلا عددها، وهذه بعده هي بيحه سطر تاريخي طويل، قائم على أساس لبحره وفكرة الصورة (أو الشكل) من فكره بعد، مأخوذه حصراً عن العلم الخارجي ومستمه عن بدماغ كتاج لفكر المحض لعد كان لا بد من وجود أشياء ذات صوره فوريت بها لصور فصل أن يستند الوصوب إلى فكره الصوره وموضوع الرياضيات المحض هو الأشكال الساعيه والنسب النكبه بمائل الواقعي، وإذا فهي ماده حد مشحصه وكون هذه الماده يظهر بشكل مجرد سعاده لا يمكن أن يبدل سار سطحاً عن مشتهل بقائم في العلم الخارجي وحتى إذا كان المصادير الرياضيه بسخرح، طهرت، بعضها من بعض، فليس هذا برهان على مشتهل الفلي، إن يبر فقط سسيتها لعقلي إن الرياضيات كجميع العلوم لأخرى مسعته من حاجات الناس، من مسح لأر صي وفياس مسيات الأولى، ومن التبع وليكيدك، ونكر كم هي حاب في جميع مبادئ الفكر لأخرى، في درجه من لطور، فإن لقوبين المستحصه تجربت من العلم الواقعي تكون مفصده عن العالم الواقعي، وعنده كشيء منقول، كقريب من من الخارج لا بد بعد أن يكون مشابه معها هكذا حرت لأمور في جميع والدوه، هكذا، لا بصورة أخرى، سطر الرياضيات المحض، بعد فوت الأولى، على العلم، برغم أنها

١٦ ذكر في وحيه عا وبني، النظرية اعاديه في لمعرفة، برغم برهم فريط وعش در دمس لطاعه وسر، [د ب ]، ص ٣٢

مستحصه منه بالوسط ولا تمثل عرسم من لأشكال التي يتكون منها، وهذا هو اسبب الوحيد في كونها لانه لتطبيقه"

هذه نظره لدينيكيكه سانه العرفيه، ومن صحتها مسأله علاقه بين ارتباطات و تجريه، والقائمه على عيار الانسان كائن فعلا، لا مجرد مفعول، كم تصور لخرسيون، أو حديق (بلافكر)، بل حتى لأنيه نفسها) كم تصور لعقلايون و المثاليون هي نفسها لي سيوكدها عدم نصر حديث، هو الكولوجة التوليديه، التي بنى عليها جان بياجي نظريه في لمعرفة، بني دعاه «الايستيمولوجيا التوليديه» Epistemologie génétique، ولي حياء منفقه من عدة نوح مع تصور المادي ديكارتسكي، على الرغم من أن ساحي بيس ماركسيا

### سادساً: الايستيمولوجيا التوليدية التحرية ليست واحدة

يتبنى بياجي في نظريته في معرفة، من هذه الخصفه، وهي أن المعرفة لب بعض هائي حاهراً، بن عمية تشكك مستمر، وينتج فيه من الضروري عند دراسه أنه عمله معرفه، النظر إليها من خلال كونها ونظورها لدى لطفل، وبعبارة مظهر، من مظاهر علاقه الانسان بالعالم

وفي نظر بياجي، فإن علاقه الانسان بالعالم، يمكن بحارها في كلمة واحدة هي مستسنة من التكيف، لا تقطع إلا بقطاع حل الخلة فيه

هذه شيء معروف، ولكن اعدد في نظريه بياجي، هو أنه لا ينظر بن التكيف نظره وحده الخلد، أو نظره عامه اجترية، عامه، بل هو يحرص على التمييز بين عنصرين متباينين، وفي الوقت ذاته مرتطين هم - نفس أو الاستيعاب Assimilation، والوقوف أو التلاؤم Accommodation، والتكيف في حقيقته وحوهره هو حركة دورية مسترسه نم بين هذين العنصرين وهكذا فالتكاثف الحقي، سواء كان حيوان أو انسان أو حاءه، يمثل وسعوع لعالم محيط جسمه، والذي يشكل في الوقت نفسه مجالاً لهاغليانه ودكائه مشبه على الصعد الفزيولوجي بوصفه عضواً، وعلى صعيد لشاط لعملي الحسي بوصفه حيواناً، وعلى مستوى التصفيقي العملي بعبارة بسان وهذا يمثل أو لاستيعاب، هو في حد ذاته، دسامي ومحافظ مع هو دسامي من حيث أن انداب نعمل دوم على توسيع مجال فعاليتها وحدود استيعاب لعدم محيطها، وهو يحافظ من حيث إن هذه انداب نفسها تحرص أشد الحرص على الحفاظ على نفسها لدخله حتى لا يحوها عدم، وحتى تتمكن من ب تعرض نفسها عنه

٢٧) فريدرث بجم بصوص بحارة حيار ونعيب حان كتاب ترجمه وصفي ابي دغشو منشورات  
الكتاب ١٩٧٢، ص ١ - ٢٢، و

Jean Piaget : La Psychologie de l'intelligence - collection Armand Colin - section de philosophie  
n° ١49 - Paris - Armand Colin, 1947



ونكن بما أن لعالم لا يقدم نفسه لصفه سائعه لدات اني نريد استيعابه، بل يعمل دوماً على مقاومة محاوله الاستيعاب هذه، فإن الدات يصطر بسبب ذلك، إلى إجراء تعديلات على معانيها الحركية والعقلية لتتمكن من مواجهة المشاكل الجديدة التي تعرضها، وتيجاد الحلول الكفيلة بالتغلب عليها وهكذا فالمقاومة الخارجية، مقاومة العالم لدات، هي أساس كل تقدم على صعيد الوعي، ومن ثمة يعدو لاسناد في العالم، ليس ذلك استبعاد للمفعل، ولا دندك الحائق القوي، بل الكائن الفاعل *Acteur*، الكائن الذي يؤثر في العالم ويعبره، وفي ذلك لوف بعدد نفسه خلال عملية لتعبير بني يقوم بها وتلك هي عمليه التلاؤم التي تشكل مع عمله التعبير لبي يقوم بها. وبذلك هي عملية التلاؤم التي تشكل مع عمليه الاستيعاب الساطفة المسار الدائري الذي نتم به ومن خلاله عمله لمعرفه<sup>٩</sup> يقول بياحي «على مستوى الذكاء لتجلي لا يفهم تفصيل الظواهر (مثل علاقات المكعب والمكعبات الخ) إلا داسعاًها بواسطة وعيائه الحركية، لكنه لا يلبث أن يعود ليلتزم بين محيطات هذا الاستيعاب، وبين تفاصيل البوائع الخارجية. ولقد أوضحت مراحله المراحل الدنيا من تفكير الطفل أن هناك دوماً اتحاد أو انضمام بين استيعاب لأشياء وفق وعيائه لدات، وبين ملائمة بينه أفعال لدات مع لتجربة. وعندما ما يفرج لاستيعاب امتزاجاً أكبر مع تلاؤم، يفسد ما يحوي الأول (لاستيعاب) ليصبح هو بفعالية لاسدلاله دها، ويصير شئ (لتلاؤم) هو التجربة نفسها، وتصبح لوحده للكونه معها، هي هذه العلاقة التي لا يفصمها، العلاقة بني يقوم بين الاستيعاب والتجربة، والتي تشكل «جوهره» لعمل»<sup>٩</sup>

انطلاقاً من هذه الفكرة المركزية في نظرية بياحي يمكن أن نفهم لمعرفه لبي يهيئها هذا الأخير، عندما يبحث في لعلاقة بين رياضيات و لتجربة، بين نوعين من التجربة تجربه فيزيقية *Expérience physique* وهي مقصوده غالب نكده وتجريده في الاصطلاح الفلسفي القديم، والتجربة التي يسميها بياحي بـ «التجربة لمطبعة الرياضيه» *Expérience logico-mathématique*، الأولى، تنصب على الموضوع، على شيء امادي، وتعمل على اكتشاف خصائصه لمحصله منه على فكره مجردة والثانية، تنصب، لا على موضوع وخصائصه، بل على نشاط الدات وفعاليتها إن نشاط لدات، أو فعل لبي يقوم به، يصفي على الأشياء خصائص لم يكن يملكها نفسها قبل أن تصبح موضوعاً لدات، خصائص جديدة تنضاف إلى خصائصها الأصلية. وتجربة المطبعة لرياضيه تنصب على هذه الخصائص الجديدة، أو على الأصح، على العلاقات لبي يقوم بين الخصائص، بمعنى أن لمعرفة المطبقيه رياضيه نسمي التجريد من نشاط الدات وفعاليتها المنصبة على موضوع، لا من الخصائص لميزيقية الامارمة لهذا الموضوع

إن الدراسات التي تستهدف فهم كيف تشكل تفاهيم نظمية مبراسة لدى الطفل

Jean Piaget *Introduction à l'épistémologie génétique* Paris Presses universitaires de France 1973) tomes I et 2

(٩) بلاطلاع على التسميولوجيا بياحي، نمر تكويه خاصه نفس مرحم

قد أثبت - بصور باحجي أنه من الضروري الاعتراف بأن لتجربته ضرورية لعملية لشكل هذه فالطفل في مرحلته منكرة من مرحلته منوه بفعل لا يفعل أن  $A = B$  ح  $B = C$ ، فهو يحتاج ليقول هاته النتيجة منطقية في الرجوع إلى ملاحظته المعصيات لحسية وكذا في ما يتعلق بكون حاصل جمع هذه عناصر مستقلاً دوماً عن الترتيب الذي يسود هذه عناصر وهكذا في سدو وأصبح ودينيماً في العقل، يبدأ بأن لا يكون قابلاً للمعرفة إلا بمعونه التجربه ومن هنا يتضح أن الرياضيات ذات أصل تجريبي عامة، ولكن بالمفهوم الثاني بالتجربه لا بالمفهوم الأول بمعنى أن الرياضيات - ومنها منطق - تستقى من لتجربه التي تتخذ موضوعاً لها خصائص والعلاقات المنطقية التي يصعبها لفعل الانسان على الأشياء من أجل تحقيق حاجات معيه

وهكذا فالطفل يكتشف مثلاً أن كرهه من الحديد هو نفس السور الذي لتقصيب من معدن آخر، عندما يرفع الكرة والتقصيب معا يبيده من أجل قياس ورسمها، يقوم بتجربه فيزيائية، ويجرب اكتشافه (بساوي وزن الكرة والتقصيب) من الأشياء نفسها مستعملاً نشاطاً معين هو الفعل الذي يمكنه من قياس الوزن بواسطة اليد أم حين يعد هذا الطفل مجموعته من الأقلام ويحذف عشرة، وعندما يعبر من ترسها مرات ومرات ويكتشف دوماً أنها تسعي عشرة، فهي غير متغيرة من ترتيبها، فإنه يقوم بتجربة من السور الثاني، فهو يجرب في الحقيقة، لا على الأقلام التي تقوم بالنسبة إليه بدور الأداة أو الوسيلة فقط، بل هو يجرب على فعله خاص، فعل بعد والترتيب

إن هذا الفعل، فعل العد والترتيب، وباحمله نشاط الذي بواسطة يصفي الذات نوعاً من الترتيب والعدم على الأشياء، سمير عن التجربة الفيزيائية بخاصية أساسيتين

ومن جهة، ملاحظ أن فعالية الطفل (فعل بعد والترتيب) يعني الموضوع بخصائصه لا يمكن ينصف بها وحده، لأن كله من الأقلام لا يشمل الذات لا على نظام ولا على عدد فالدات هي التي تجرد من هذه الخصائص (الترتيب والعدم) من أفعالها الخاصة التي ينصب على الموضوع، لا من الموضوع نفسه

ومن جهة أخرى، ملاحظ أيضاً أن فعالية الطفل هذه، هي عملية تنظيمية للفعل، ذلك لأن مدارس فعالية على الأشياء بدخول نوع من العدم والترتيب على أفعالها نفسها، في حين أن قياس الوزن باليد هو فعل حرر لا يحتاج إلى عملية لتنظيم والترتيب هذه

ويرى باحجي أن هذه العمليات لتنظيمية للفعل سرعان ما تتحول بتدريج من السامعة والثامنة، إلى عمليات مستقلة، عمليات ذهبية يجريها الطفل داخل نفسه دون حاجته إلى الرجوع إلى التجربه التي يصنعها أن عشرة أقلام هي دوماً عشرة أقلام مهما كان ترتيبها، ومهما كان ترتيب لها في عملية بعد

وهكذا فالقول بأن الرياضيات ذات أصل تجريبي لا يعني أنها هي والعبرية في موسى وحده وإنما تستقى من نوع واحد من التجربة ذلك لأنه بدلاً من تجريد عموماً (أي

الكلمات الموضوعية من موضوعات الخاتمة هي، (كي هو لشيء في معرفة الحرية) مفهوم مد لشيء، استعداد الموضوع شروط صالحة عن سداد، أي حجمه من القديسات بضمته في ممارستها عمل سادات على الأشياء، ولكن لا فعالة سداد البصيرة على الموضوع، ولا كون بعض أنواع الحرية ضرورية سداد قبل أن تعرف كيف يسمح حرية، لا شيء، من ذلك يمنع شرط من أن عدم عن قدره سادات على سداد في استقلال عن الخصائص بغيرياته الموضوع

إن هذا هو ما يفرض سداد كون بعض القديسات هي مفهوم سادات على تصعيد بصيرة لرياضي، يمكن أن يصح في وقت معين، مستقبه عن الحرية، وفي عني عن الانطلاق عديها، سداد يمكن أن تكون هذه القديسات أو شرط مسطور، في قديسات تقوم سداد حل نفسها، مستعمله فيها أرمو سداد الأشياء وبعبارة أخرى إن هذا هو ما يفرض أنه سداد في مستوى معين، يمكن أن تأخذ منطق صرف ورياضيات محضة لا تفيد فهي الحرية شت، وهذا ما يفرض كذلك كون هذا المنطق محض وهذه رياضيات أنصرف، يصبح سداد على تجاوز الحرية تجاوز لا حدود له، لأنها غير مفيدة بالخصائص بغيرياته الموضوع

يمكن بما أن النشاط الأساسي هو نشاط صادر عن عضوية هي جزء لا يتجزأ من لعد مادي، فإنه من اليسر عدي أن يفهم كيف يمكن أن تقدم هذه لتطبيقات الأخلاقية التي تقوم بها السادات، على الحرية، وبسببها سوف يمكن من لسؤناطو هو قبل حدوثها وبتأني يفرض سداد كيف يحصل الاتفاق بين خصائص الموضوع، وجزءات لعد، من ما يسه العمل ومن مقدمه الواقع

\*\*\*

وأصبح من مقدم أنا هذا أمام حل علمي أصيل لشككه المعرفة، مشكلة انقطاع ما هو عني عني ما هو تجريبي فالأفكار المفترضة لي سبها لضمين إلى العمل، موحدين بينها وير قوانين لصيغة سداد أن مصدرهم واحد، هو الله، والقصد أنركسه البصيرة التي سادها كانت على «قوالب» عديها فإذرة سظام فيها وسر سطاتها، التجربة، والقصد البصيرة وبسطها لي جعل من الحرية الموضوع مجرد تحقيق حاصل، كل ذلك رتة باحي إلى مبعه حقيقي، الذي هو الإنسان باعتبار كائن فعلاً

لقد ربط باحي بين معرفة و نشاط بعدي، من التفكير والممارسة ربط حديثاً بحكم، معتمد على لدرسه العلميه نمو انفسهم العقله لدى الطفل، فأدى حدمه لا تصدر لا سطره المعرفة وحسب، بل ايضاً لبيكولوجي وبطائف السداد عوجه حاصه، ويعلم الإنسان عامه

ومع ذلك يجب أن لا نغفل الحقيقة السادة، وهي أن هذا التقسيم البيكولوجي بعدي الذي أعده باحي بشيء وثقو لدهيم بعديه - سطره من ورياضيه - لا نحن بشكل

لدي بحر مصدده، منكن علاقه لرياضيات بالبحر، في هاهنا يقدم في معادله شكل  
ذلك ما لا شك فيه، ولكن شكل يعنى مع ذلك فائز

وهو يجب أن يسهل على الآراء والمطويات التي استعرضت ابداء من أفلاطون  
وإرسطو إلى كادت، وبحرسة منطقية في يديه الخليلي والاسمولوجيا التكوينية، كاد  
كثيرا يعالج مشكله بعلاقه بين رياضيات والبحر من الخرج، لا من دخل لرياضيات  
نفسه، وندى يفت جميع هذه الآراء، على تفاوتها من حيث ما تتصف به من علمية تدو  
على هامش شكل، وبحورهم في مسائل ميتافيزيقية وليس في حل هذه مشكل  
يتطلب معادله من لدن، من دخل لرياضيات نفسها، هذه ما فهم به الفريسيون  
نفسهم، كما يرى في الفصل لدي



## الفصل الخامس العقلانية المعاصرة: البنيات ونظرية الزمر

### أولاً: من «الكائنات» إلى البنيات

كبت الآراء والنظريات التي عرّضها في الفصل السابق، حول علاقه الرياضيات بالمنجرب، يمكن، تطور الرياضيات نفسها، موضوعاً ومباحثاً، كما كبت بعكس في الوقت نفسه، تطور لتصورات التي أضافها العلمانية لأنفسهم حول مشكله أعم، هي مشكله علاقه الفكر بالواقع، أي مشكله معرفه بمحلف أوجهها وأبعادها.

ونكي بفهم هذ «التطور»، ونكي نلمس عن قرب الوضع الراهن للمشكله، لا بد من الوقوف قبلاً عند موضوع الرياضيات ومباحثها، والتذكير بالخاصية الأساسية التي تميز الرياضيات الحديثه عن الرياضيات الكلاسيكية، وبالتالي العقلانية اخذت عن عقلانيه القديمة إن هذ سيمكك من فهم التصور المعنى الراهن لعلاقه الرياضيات بالمنجرب، ولعكر بالواقع، والوقوف عن مصدر العلمى غير السيكلولوجى - الذي استقى منه بياجى نظريته التي شرحنا خطوطها العامة في آخر الفصل السابق.

وإذ نحن نحن إلى تطور الفكر الرياضى، كما عرّضناه في الفصول السافه، نبين لنا أن ما يميز الرياضيات الحديثه عن الرياضيات الكلاسيكية هو ذلك التصور الجديد لموضوع العلم الرياضى ومباحثه الذي أهد يتكوّن منذ النصف لثاني من القرن الماضي وفيام انصبغات الأكسومية لمحلف فروع لرياضيات.

نعم لقد طلت الرياضيات حتى منتصف القرن الماضي تدرس ما كنا نطلق عليه سم «الكائنات الرياضية» أي الأعداد والأطوال والأشكال وكان الرياضيون محميين - حرجة أو صمتاً - على أن موضوع علمهم هو هذه «الكائنات نفسها» التي كانوا يعتبرونها ذات خصائص معينة فهي ليست من إنشاء الفكر، بل إنها معطاة لنا، تمنع سوجود موضوعي

مستغن عن لدب معارفه، وبالتالي «تفرص» نفسه فرصاً غير لعمل، فليس بالإمكان تجاهده ولا إعطاؤه حصصاً أخرى غير تلك التي تنصف بها

كان ذلك هو تصور أفلاطون لموضوعات الرياضيات، التصور الذي استمدته من نظريته في «المثل» ولدي تدخل في إطار تغييره لعام بين العلم المعقول والعدم المحسوس، وهو نفس التصور الذي صار عنه أرسطو مع شيء من التعديل حيث صار «لصور» مفاس «المثل» (مثل معارفه للمادة، ولصور ملازمه لها)، وهو نفسه - التصور الذي صاد في بقروب أرسطو بلدى كثير من «الملاسة» والواقعيين» لذين كانوا يعبرون «الكليات» أي المفاهيم العامة، ذات وجود وفعي مستغن عن كونها موضوعات للتفكير (وذلك في مفاس «الاسمييين» الذين كانوا يرون أن موضوعات التفكير هي مجرد الفاظ، وأن الاسم الكلي يس له معنى أكثر من مجموعة لأشياء لي يطبق عليها)، وفي أشرب إلى ذلك من قبل، فلهذا كان ديكارت يعتقد بوجود أفكار أو مبادئ عقلية فطرته على «أشياء» «الكائنات» الرياضية نفسها، وم يتردد بأسكال في القول ب «الكائنات» الرياضية، كالمثلث مثلاً، تتمتع بوجود مستقل كوجود هذا الحجر، لأن فكرة المثلث تصدم فكره بنفس القوة التي يصدم بها الحجر جسمه، وقد كتب مالبرانش قائلاً «إذا فكرت في لدائرة أو العند، في الوجود أو الملاسة، أو هذا الشيء الملهي المعين، فإني أفكر في أشياء واقعية، لأنه لو كانت لدائرة التي أفكر فيها غير موجودة، فإني إذا أفكر فيها أكون أفكر في لا شيء» وإذا كانت أفكار أربية أمينة، ثابته ضروره، فلا بد أن تكون موجودة في طبيعته ثابته كذلك» أما لينيير فهو يفرق بين «حقائق العقل الأولية» و«حقائق الواقع الأولية» الأولى فطرية، ضرورية، «نسب مسا، أي من داحسا، دون أن يكون للمخلوقات الأخرى أي تأثير فيها أو في مفاسها، أما لثابته فهي معدية، يمكنه فخر أولى التجارب التي تلقي بها في حياتنا أب ميبوترا، الذي بنى فلسفته سلة هذب أكسومب، فقد كان منطق «وحد الفكر والوجود»، فالتفكير والامتداد حالان هذا الوجود الواحد الموحد. أما كانت فقد شرح وجهه بطره شيء من التفصيل في الفصل السابق، فالفصاي الرياضية، عنده فصاي قلية تركيبة معاً والمكان والزمان موران عليتان للحاسبة، والمقولات فنية كذلك وهي التي تجعل لمعرفة ممكنة وقد ظل هذا التصور قائم حتى مطلع هذا القرن فاعالم الرياضي الفرنسي هيرميت Hermite (متوفى عام ١٩٠١) بصرح قائلاً «أعتقد أن لأعداد ودوال التحليل ليست نتجاً حراً للفكر، إني أعقد أنها بوجد خارجها، وأنها تنصف د طابع الضرورة، منها مثل أشباه الواقع الموضوعي، ونحن نصادفها ونكتشفها وندرسها كما يفعل المبرياتيون والكيميائيون وعلماء الفسب» وكان براتشفيك (متوفى عام ١٩٤٤) صاحب الكتاب القيم مراحل الفلسفة الرياضية يعتقد أن عالم الظواهر تنظمه القوانين الرياضية، مما يجعله حاصلاً للعمل

في تقدم يلاحظ أنه كان هناك نوعاً لدى الملاسة لعلمانيين، يعتقد بوجود هتوى خاص بالعقل (وذلك الخاصية بغيره للعقلانية الكلاسيكية)، وأن النموذج لو صبح هذا «هتوى» «العمل الخالص» هو «الكائنات» لرياضية وقد انعكس هذا التصور لموضوع

«رياضيات على مساهمها، فكان المتاح يقوم دوماً على فرع من الخدس، خدس هذا والمحتوى لعبي» أو تلك «الحقائق الذهبية» والأسماء لسمى واحد

غير أن تحولاً كبيراً طرأ على هذا التصور، بل عن لعقلانية لكلاسيكية كلها، ودلت بعض التعدم طائل أندي عرفه العلوم الرياضية والفيزيائية منذ مطلع هذا القرن إن العلم أحدث كما يقول جان أولمو - لا يعتمد سوحد مخزى دائم للعقل، ولا سوحد معطيات عقلية عضر إن العقل في التصور العلمي الحديث وللعاصر لس مجموعة من الماتىء، بل هو قوة تمارس نشاطاً معيناً حسب قواعد معينة إنه في الأساس فاعلية ومن ثمة أصبحت العقلانية هي الاقتناع بأن النشاط العقلي يمكنه أن يبي منظومات بمقدار عدد انظواهر المحتملة ولكن يمكن من ذلك يجب أن يكون مجموع القواعد التي يعمل العقل وفقاً لها، مستقاة من التجربة، بمعنى أن العمليات التجريبية تترجم إلى عمليات ذهنية، عمليات تعدل وتربط لشكل منظومة من القواعد المنسجمة بعضها مع بعض وهذا يلعب النشاط العملي للإنسان، نشاطه العلمي في الطبيعة، ونشاطه الاجتماعي الاقتصادي الفكري في المجتمع، الدور الأساسي إن هذا النشاط هو الذي يمكن الإنسان من اكتساب القدرة على التحريد واستباق الحوادث وتفتيتها

غير أن هذا لا يعني أن المنظومات الفكرية التي يشتملها العقل استناداً إلى المنظومات الأولية التي يستمد من نشاطه العملي وتجارسه في الطبيعة وحياته في المجتمع، هي دوماً منظومات مطابقة للواقع بل قد يحدث أن يقوم الفكر بسوء نظرية أكسيومية قد لا تطبق على واقع معين، ولكن يبقى صحيحة متناسكة من الناحية المنطقية وفي هذه الحالة قد يسلم انطباقها مع واقع ما، امراض هذا الواقع، مثل امراض ريمان مكان كروي الشكل بدلاً من المكان المسوي الذي بنى عليه أوقليدس هندسته فالمسألة إذن هي «مسألة التقلد بين عمليات الفكر وعمليات الطبيعة لا مسألة مطابقة» وكان التعريف السائد لسحققة هر مطابقة الفكر للواقع) إن فكرة «سبب الاسجام» بين لرياضيات والواقع التجريبي فكرة مثالية طمرجه، وكان لا بد من طرحها والنحلي عنها عندما قصد الخدس لاعتباره - الخدس الذي كان يطر إليه كصعب لانساق معطيات التجربة مع محتوى لفكر - وعندما لقي تعدد منظومات الأكسيومية إلى الإطاحة بذلك الامتياز الذي كان يتمتع به لرياضيون ولذي كان يمكنهم من تحديد «حقائق» وحيدة يميلون إلى إسقاطها على العالم<sup>(١)</sup>

ها يصبح ب ذلك لاضلال الذي أحدثته الصياغة الأكسيومية للرياضيات فلم تعد هذه قائمة على الخدس، بل على مهج فرض اسماجي بطل من فرضيات توضع

(١) Jean Ullmo. *La Pensée scientifique moderne* préface de Louis Armand. science de nature (Paris Flammarion, 1969). pp 253-254

(٢) يقتصر جان أولمو على والعلاقات القائمة لتكراره في ميدان العلوم التجريبية وقد عصف من ذلك

لأن النشاط العملي للإنسان يصحبه دوماً علاقات قائمة بتكرار كما سبى بعد قليل

(٣) هس مرجع، ص ٢٥٤ - ٢٥٥



وصفاً ولم يبد موضوعها هو تلك « لكنائبات » قدمه، بل أصبح موضوعها أي الرياضيات - معلومات من العلاقات التي يسحقها المنهج على لأوبيات وكما أكدنا ذلك من قبل، لقد تحوّل الاهتمام من الأوبيات إلى الدور الذي يلعبه هذه الأوليات في البناء الأكسيومي، لقد تحوّلت لرياضيات هابّ عن مفسرها لطوبه و «شيء» في ذاته» ولم يعد هناك أي اعتبار للموضوعات التي تجري عليها العمليات الرياضية، ولكن هذه الموضوعات أنّ كنت، فموضوع الرياضيات لم يعد هذه «الموضوعات» بل الإجراءات والعمليات نفسها وهكذا أصبحت الرياضيات تعتبر اليوم كنظرية في «بيئات» من أنواع مختلفة»، وعن رأسها ما يعرف بـ «البيئات الأولية» Structures élémentaires أو «ليئات الأم» Structures mères كما مشرح ذلك في المعرة لاله

### ثانياً. البنية والزمرة

لننظر إلى مجموعة من العناصر، كيميائية كانت (أقلام مثلاً) فمن الواضح أنّنا نستطيع أن نحري عليها أنواعاً من العمليات والنايفات يمكن أن نجمع أصنافها إلى أصناف أخرى حسب اللون مثلاً، أو ترتيبها حسب طولها، أو حسب درجة الإشعاع في لونها، أو ببساطة شكلها (مربع، مستطوانه (زمنه) أو هرم (حجمه) أو مصلعاً متظهاً (ب) إلى غير ذلك من أسباب التأليف أو التركيب، ومثل ذلك نستطيع أن نعبه بمجموعة من الحروف الهيكلية، فبإمكاننا أن نركبها ونؤلف بيها، فنصنع منها كلمات وعبارات هذا النوع من العمليات هو ما يطلق عليه، فيما يلي اسم «التأليف» أو «التركيب» Composition وواضح أن هناك دوماً قاعدة أو جملة قواعد مراعيها عند تركيب عناصر مجموعة ما فنحن نركب الحروف العربية وفق قواعد معينة، كما نركب لعب لأطفال ولعب الكبار - مثل الشطرنج - وفق قواعد معينة كذلك ونفس الشيء نفعله بالنسبة إلى الأعداد الحسابية، فنحن نؤلف بيها وفق قواعد معين عليها (الجمع، الطرح، القسمة، الضرب) (لح) مثل هذه القواعد التي نخضع لها عمليات التأليف المذكورة هي ما سنعلم عنه فيما يلي اسم «قواعد» أو «قوانين» التركيب»

لننظر الآن إلى لعبة الشطرنج، وهي مكوّنة من رفعة رسمت فيها مربعات، ومن قطع نوصع على تلك المربعات، بشكل معلوم، ونحري عليها جملة من عمليات التحويل حسب قواعد مبسطة هي «قواعد اللعب» أو «قوانين التركيب» وواضح أن كل عملية تحويل نجريها على قطع اللوحة تمنحنا منها شبكة من العلاقات تربط بين تلك القطع، ومن هذه العلاقات يستمد قطع الشطرنج أثناء اللعب أهميتها فاهم بالنسبة إلى اللاعب، ليس نوع القطع، ولا قوتها الاصطلاحيه [ لفرس أقوى عادة من البيلدي]، بل المهم هو الدور الذي

(٤) ينظر الفصل الثاني من هذا الكتاب بعنوان «خصائص الأكسيومات»

A. Lichenierowicz «Remarque sur les mathématiques et la réalité» dans *Logique et connaissance* sous la direction de Jean Piaget (Paris: Gallimard, 1967), pp. 477-479

تلعب هذه القطعة أو تلك خلال فترة ما من فترات اللعب، وهو دور تستمده لا من ذاتها، بل من موقعها في شبكة العلاقات القائمة، وهكذا قد يكون البدق في بعض فترات اللعب أقوى من العرس أو القلعة

لللعب، إذن، لا تهمه القطع في ذاتها، بل شبكة العلاقات القائمة بينها، وذلك إلى درجة أنه «لا يرى» القطع، بل العلاقات فقط، علاقات منطقية متشابكة يحكمها قانون تركيب معين. وعدم تكون أمام منظومة من العلاقات، من هذا النوع، تكون أمام بنية Structure هابسية، إذن هي «منظومة من العلاقات الثابتة في إطار بعض التحولات»، منظومة يفض الطرف فيها عن العناصر المكونة لها (قطع الشطرنج) وتحتفظ بنفسها على كيانها الخاص (لوجود قانون يحكمها، بعدم احترام قواعد اللعب يعسد اللعبة) وتعتني بما يجري فيها من التحولات (ترداد العلاقات بين قطع الشطرنج، خلال اللعب، شابكاً و«تأزماً» مما يثير عجاب المتفرج ولذة اللاعب)، ودون أن يستلزم الأمر الخروج من حدودها (حذرد الله وفواعلها) أو إضافة أي عنصر جديد إلى عناصرها (قطع لشطرنج معلومة محسوبة فلا صاعه)

وهكذا يقطع الشطرنج تعنى مجرد مجموعة من العناصر، ما دامت في صندوقها، أو مقفاه عن لصاوية، دون ترتيب أو عدم، ولكن بمجرد ما ترتب تلك «القطع حسب قوانين معينة - أي بمجرد ما تركيبها حسب قوانين التركيب - يصبح أمام مجموعة من العناصر تمتلك سنة فالذي يميز السية عن المجموعة هو قانون - أو قوانين - للتركيب ذلك هو تعريف له، وتلك هي خاصيتها الأساسية

ولكي نريد الأمر وصوحاً، ونكي نتمكن من الاتصال من مفهوم البنية إلى مفهوم الرمرة Groupe، نأمن لنثال التالي

لدينا مجموعة مكونة من الأعداد التالية كعناصر (5, 2, 7). وضح أنه بإمكاننا أن نركب هذه العناصر، ونربط بعضها ببعض بأشكال مختلفة مرة هكذا  $7 = 2 + 5$  أو  $7 = 2 + 5$  مرة هكذا  $7 = 2 + 5$  أو  $7 = 2 + 5$

لنظر الآن إلى عمليات الربط والتركيب التي مما بها، ونلاحظ

إننا م نخرج قط عن عناصر المجموعة لقد (لعب) فقط 2, 5, 7

- إما أحرب حنة من التحولات أو الإجراءات (وهذا معنى اللعب)، فربطاً عنصرين بعلامة رائد أو بعلامة ناقص، ثم ربطهما معاً مع عنصر لثالث بعلامة المساوي، فحسباً بذلك على منظومة من العلاقات بحيث نشأة في كل حالة (حالة الجمع من جهة، وحالة الطرح من جهة أخرى)، وقد اعتنت تلك المنظومة بثلاث التحولات (مثلاً «ملا» بين  $7 = 2 + 5$  و  $7 = 5 + 2$ ، علاقة ثنائية ولو أنها حصصت بحول أعياها وجعلها أكثر حصوة لأنها بين من ذلك علاقة ثنائية وهي  $5 + 2 = 2 + 5$ )

- إن هذه التحولات خاصة لقانون لتركيب معين، هو قانون الجمع أو العرح (فلا يمكن أن نكتب مثلاً  $7 + 2 = 5$ )

وإذن، فالملاقة القائمة بين عناصر المجموعة المذكورة تشكل سمة

ليس هذا وحسب، بل هناك أمور أخرى يمكن ملاحظتها بسهولة، وهي

١ - إن تركيب عنصرين في المجموعة يعطى حاصلًا Product معينًا، يكون دون عنصر من نفس المجموعة. فتركيب 2 مع 5 يعطى - في حالة الجمع - لعصر ثلث 7 وكذلك لشأن نأله إلى العرح

٢ - هناك دون «عنصر محايد» Elément neutre إذا ركب مع عنصر آخر من المجموعة لا يحدث فيه أي تغير. فلعصر في حالة الجمع عنصر محايد، لأن تركيبه مع أي عنصر يعطى دوناً نفس العنصر  $9 = 0 + 9$  و  $5 = 5 + 0$  و بعدد واحد عنصر محايد في عمدة العرح لأن  $9 = 9 \times 1$  و  $5 = 5 \times 1$

٣ - هناك دوناً عملية عكسية Opération nverse إذا ركب مع العملية الأصلية كان الحاصل هو العنصر المحايد

والعملية العكسية نأله إلى الجمع هي الطرح وهكذا  $9 + 0 = 9$  و  $0 = 2 + 2$  وكذلك  $0 = (2 + 5) + (2 + 5)$  إن هذه الخاصية مهمة جداً، لأنها تجعل في إمكاننا إجراء عدة عمليات ثم الرجوع مباشرة إلى نقطة الانطلاق بإجراء عملية وحدة عكسية (طريق الرجوع أقصر من طريق الذهاب)

٤ - وهناك دوناً مكافئ بلوغ نفس الهدف بطرق مختلفة، دون أن يتسبب اختلاف الطرق في أي تغير في الهدف. وهكذا فإمكاننا أن نصل إلى لعدد 7 (بعد الجمع) سواء بدأنا من 9 ثم نأله 2 أو بدأنا من 2 ثم عرجنا على 9. بمعنى أننا نصل إلى نفس النتيجة سواء كتب 9 + 2 أو 2 + 9 وكذلك لشأن بالنسبة إلى  $1 + (2 + 4)$  فهي تساوي  $1 + 4 + 2$ ، وبكيفية عامة ندبا دوناً  $u + (v + m) = (u + v) + m$  ل أن هذه الخاصية تسمى خاصية الترابط Associativité

هذه أربع خصائص جديدة اكتشفها في لسه المذكورة

وعندما نكون أمام مجموعة من العناصر يمكن أن نحري عليها عمليات تركيب تتوفر فيها تلك الخصائص الأربع السابقة، فإن المجموعة تشكل في هذه الحالة ما يعرف اصطلاحاً به «المرمرة»

لقد سمعت فقط مجموعة تتألف من ثلاثة أعداد ولكن يمكن النظر إلى مجموعة جميع الأعداد الصحيحة، أو جميع الأعداد الحقيقية، كمجموعة توفر فيها خصائص المذكورة ويأتي فإن مجموعة الأعداد تشكل ممره والعمليات تحريه أنني تحريه على الأعداد هي عمليات من هذا النوع. و خبر هو دراسة سيات معينة هي السيات الحصرية

وكذلك الشأن في الهندسة وليبد ذلك نأخذ هذا المثال وهو يتعلق بعمليات النقل في المكان<sup>(٦)</sup>.



فإذا ركبنا أ مع ب، ثم مع ج (أي إذا تنقبت من «أ» إلى «ب» ثم من «ب» إلى «ج»)، فإن هذا التركيب توهم به الخصائص الأرسية المذكورة، ذلك لأن

١ - حاصل التركيب بين نقلتين (أ ب، ثم ب ج) هو نقلة من نفس النوع، إذ يصح بإمكاننا الانتقال من «ج» إلى «د» أي أن السجّه هي نقلة أخرى

٢ - هناك نقلة محايدة تترك الشكل كما هو، أي «القيام» بمعنيته بارعته، أي عدم القيام بأي نقلة (العصر المحايد)

٣ - هناك عملية عكسية لمعي العملية الأصلية والنقلة لعكسيه لـ ب هي ب أ (تنقّب من «أ» إلى «ب» يعنيه الانتقال من «ب» إلى «أ»، والسيحه هي العنصر محايد (عدم الانتقال)

٤ - إن الوصول إلى «د» يظل ممكناً سواءً ملكت بطريق أ ج د، أو الطريق أ ب د (الترابط)

وإن عمليات النقل أو التحويل الهندسي تشكل هي الأخرى رمزاً ودراستها هي، في نهاية التحليل، دراسة برمر معينة

عسى أن الأمر لا يخص فقط عمليات التحويل الهندسي المكاني بل يعم مختلف عمليات التحويل التي تتوفر فيها الخصائص التركيبية، المذكورة من ذلك مثلاً لتحويل لغوي أي الترجمة إن عمليات لترجمة بشكل برمر كما يتضح من المثال لاني<sup>(٧)</sup>

إن البرحه من الإنكليزية إلى الفرنسية تجعل في امكان دوماً الانتقال إلى لغة أخرى كالعربية مثلاً، أي القيام بعملية جديدة هي الترجمة من الفرنسية إلى العربية ونتيجته عنصر من نفس المجموعة (مجموعه اللغات)

يمكن أن نعتبر تنص لانكليزي هو لأصل، وفي هذه الحالة تكون «ترجمته» من لانكليزية معني بقاء النص كما هو العنصر المحايد

(٦) Paul M. y Logique Paris. Hachette 1952)  
LILLIS. La Pensée scientifique moderne

(٦) انقبا هذا المثال من كتاب  
(٧) انقبا هذا المثال من كتاب

إذا تنقبت من الانكليزية إلى الفرنسية، ثم من الفرنسية إلى العربية، فإنه سيكون  
 يمكنك دوماً الرجوع من العربية إلى الانكليزية مباشرة أي «قيام بعملية عكسية تدعى  
 العنيت السافعة وتعود إلى العصر المحاي

سواء قم بالترجمة من الانكليزية إلى الفرنسية، ثم إلى العربية، أو من العربية إلى  
 الانكليزية ثم إلى العربية، فالنتيجة واحدة، وهي الوصول إلى النص العربي خاصة  
 الترابط

لنعم الآن الاحتراف والعمليات التي فساها في الأمثلة السابقة. ولعل إن الأمر  
 يتعلق دوماً بتطبيق علاقة معينة على جملة من العناصر قد تكون هذه العلاقة هي الجمع أو  
 طرح أو ضرب، أو نقل أو ترجمة، أو أية علاقة أخرى، مثل أكبر وأصغر، وأسن  
 لح. وما أن الأمر لا يخص عنصر معين، بل أية عنصر تشكل مجموعة، كما كتب،  
 بإمكاننا أن نرمز إليها بالحروف فالرموز من، ص - فيما يلي - يشيران إلى عنصرين، من  
 دون تعيين. وما أن الأمر يتعلق كدث بتطبيق علاقة ما، قد نكون الجمع، أو الطرح أو  
 النقل أو الترجمة أو أية علاقة أخرى، فيمكننا أيضاً أن نرمز لتطبيق لعلاقة بالرمز التالي  
 ط. ومن هنا نستطيع أن نبصغ خصائص التركيب صياغة رمزية وهذه بعض الخصائص،  
 خصائص تركيب في الرموز<sup>(١)</sup>

#### ١ - التبادل Commutativité، وصيغتها كما يلي

$$\begin{aligned} \text{س ط ص} &= \text{ص ط س} \\ (3 \text{ ط } 0 = 0 \text{ ط } 3) \end{aligned}$$

#### ٢ - العنصر المحايد Elément neutre، وصيغته الرمزية. مهما يكن من، فإن

$$\begin{aligned} 0 \text{ ط س} &= \text{س} \\ \text{س ط } 0 &= \text{س} \end{aligned}$$

(العنصر هو لعنصر المحايد نالسه إلى الجمع، والواحد هو العنصر المحايد نالسه إلى  
 الضرب، والمجموعة الفاعلة هي العنصر محايد نالسه إلى اتحاد المجموعات )

#### ٣ - العناصر المتناظرة Eléments symétriques وصيغتها كما يلي

مهما يكن من فإنه يوجد دائماً عنصر آخر هو من بحيث إن

$$\begin{aligned} 0 &= \text{س ط ص} \\ 0 &= \text{ص ط س} \end{aligned}$$

Maunice Glymann, «L'Algèbre.» dans. Les Dictionnaires du savoir moderne Les (A)  
 Mathématiques, pp 17-26.

وبكيفية عامة يقال عن العنصرين  $s, s'$  من مجموعة  $L$ ، أنها متناظرتان في قانون التركيب  $\phi$  إذا كان

$$s \phi s' = e$$

$$و s \phi s' = e$$

$$e = \text{عنصر محايد}$$

وإذا، فلا يمكن أن توجد عناصر متناظرة إلا إذا كان هناك عنصر محايد في قانون التركيب المعمول به

٤ - الرابطة Associativité يكون قانون التركيب تربطياً إذا حقق المساواة التالية

$$(s \phi s') \phi t = s \phi (s' \phi t)$$

٥ - العنصر المنتظم Element régulier هو لعنصر الذي يؤدي، بتطبيق لعلاقة بين عنصرين، إلى تساويهما

$$s \phi s' = s' \phi s' \text{، يؤدي إلى } s = s'$$

٦ - التوزيع Distributivité معروف أن الأعداد تقبل الجمع والضرب والضرب يقبل التوزيع على الجمع لأن

$$a \times (b + c) = (a \times b) + (a \times c)$$

في حين أن الجمع لا يقبل التوزيع على الضرب، لأن

$$a + (b \times c) \neq (a + b) \times (a + c)$$

دعنا نختصر بعض خصائص قوانين التركيب في لزمرة  $G$ ، فبمجرد ما نحدد قانوناً أو حملة قوبل التركيب بين عناصر مجموعة  $G$ ، فإننا نقول عن هذه المجموعة إنها تشكل بنية  $G$  والنسبة التي تخصم قوانين التركيب فيها للخصائص الأربع التي ذكرناها في تعريف لزمرة، تصح زمرة. وقد تمكن الرياضيون من استخراج بنيات أعم، بواسطة التعامل Isomorphisme، حيث يمكن أن نتكلم على مختلف العناصر الرياضية، مهما كان مدتها، ونقطع النظر نهائياً عن طبيعتها

ومن البنيات لرياضية المهمة «البنيات الأم»، وهي بنيات أساسية، منها تصح بنيات أخرى، لا يمكن أن نرتد إلى بعضها وهذه «البنيات الأم» هي

١ - البنيات الجبرية Structures algébriques التي تشكل لزمرة كما شرحنا سابقاً، نموذجها الأصلي

٢ - بنيات الترتيب Structures d'ordre، وهي التي تكون لعلاقات فيها ترتيب

(٩) انظر الفصل الثاني من هذا الكتاب بعنوان «خصائص الأكيوماتيك»

من نوع (من هي على الأكثر مساوي ص) فإذا مرنا بعلاقة الترتيب هذه ندرج مع ،  
ولنعبر عن تمييز يقوم بينها بت علاقه بخروج ص، ص، فانه يمكن صاعده لأوسف  
أي يقوم عليها هذه علاقه بره كي يبي

<sup>١</sup> - هناك كل ص ص مع ص

ب- ب العلاقات من ص مع ص، وص مع ص، ستلزم ص = ص

ج- ب لعلاقات من ص مع ص، وص مع ص ستلزم ص مع ص

وواضح أن مجموعة الأعداد الصحيحة، أو مجموعة الأعداد الحقيقية، شكل بياني من  
هذا النوع إذ عوضاً فيها العلاقة (مع) بالرمز  $\Rightarrow$  (مساوي أو أصغر) ذلك لأن الأعداد إما  
أن تكون مساوية وإما أن يكون بعضها أصغر من بعض

٣ - بياني طوبولوجية Structures topologiques، وهي تمثداً تصيغه رياضية مجردة  
للمفاهيم الحديثة لمتعلقه بالحوار والاتصال والحدود التي تخص إدراك الممكن

ومن هذه البنيات الثلاث الأساسية ستخرج باب أخرى - كما أثرنا - إلى ذلك أنما  
إما بالتدريج، وذلك عن طريق احصاء مجموعة من العناصر معينة ليستين معاً، وإما  
بالتعاقب أي بإدخال أوليات جديدة تحدد بينه فرعيه ويعطيها تعريفها، كما يمكن فعله  
الإصافه هذه، الاتصال من ساب مشبعة معلقة إلى بياني صعيغه مصوغة

وهكذا، بواسطة البنيات الأولية الأساسية هذه حصفت الرياضيات وحدتها فقد  
كبرت لأطر تقديمه التي كانت تورج الرياضيات إلى جبر وهندسة وتحليل فالخدمة  
مثلاً لم يعد لها وجود مستقل، إذ أصبحت عبارة عن دراسة بياني جبرية طوبولوجية معينة،  
وأكثر من ذلك، حثت الرياضيات بواسطة هذه النظرة الجديدة إلى موضوعها (موضوعها هو  
البياني)، حلت مشكلة قديمة، هي: الصرع بينها وبين المنطق فقد امتصت البياني المنطق  
وستوعته وأصبح المنطق بدوره نظرية في البياني المنطقية، أي في بعض البياني  
الجزئية<sup>(١١)</sup>

### ثالثاً مفهوم اللامتغير L'invariant

لنعد الآن إلى الأمثلة السابقة التي شرحنا من خلالها خصائص الرمرة، ولنجعل ذلك  
في عبارات التالية، كتعريف الرمرة هي مجموعة من العناصر تتركب تركيباً ترابطياً،  
وتشتمل دوماً على عنصر محايد. ويكون الناتج من تركيب عنصرين فيها عنصراً آخر ينتمي

(١٠) Nicolas Bourbaki «L'Architecture des mathématiques.» dans: François Le Lion nais. Les grands courants de la pensée mathématique. nouvelle éd. augmentée l'humanisme scientifique de demain (Paris: A. Blanchard, 1962)

(١١) نظر الفصل الثاني من هذا الكتاب

(١٢) Lichenorowicz, «Remarque sur les mathématiques et la réalité.» p. 479

إبها، كي أنه يمكن القيام فيها دوماً - وهذا من الأهمية بمكان - بمسبة عكسية تنمي العملية أو العمليات الأصلية

وإذ نأخذ هذا التعريف سن لب أن الرمرة تنصف، في ب واحد، خاصيتين أساسيين الكمال، والانغلاق

هي كاملة لأنها تسمح بإجراء جميع العمليات الممكنة، وعن أوجه مختلفة، إلى الحد الذي لا يبقى في إمكاننا معه انصاف بأي تركيب جديد وهكذا، فإذا كانت لدينا مجموعة من ثلاثة عناصر هي أ، ب، ج، فيمكننا لتأليف بين كل من أوجه محله لا يمكن تجزئها وهي أ ب ج، أ ج ب، ب ج أ، ج أ ب، ح أ ب، ح ب أ

وهي معلقة، يعني أن عمليات التأليف بين عناصر المجموعة لا يمكن سيرها إلى سلاحيه بل هناك دوماً حد معين إذا تجزئناه وحدت أنفساً أمام عمله عكسية تلغي العمليات السابقة فالعمليات الست التي أحريتها على عناصر المجموعة (أ، ب، ج) لا يمكن تجزئها وإلا كررنا إحدى تلك العمليات، فبالإمكان إذا إلغؤها جميع بالرجوع إلى الوضع الأول أ ب ج وهكذا يكون إن عمليات التحويل في الرمرة قابلة للعكس أو الارتداد Reversible، فإمررة تلغي بنفسها عمليات التحويل تلك لتعود إلى وضعها الأول، وهذا ما يفصده عدم بقول إن الرمرة تنصف خاصية التنظيم الذاتي Autoréglage

وهذا يتفق مع خاصية ثالثة للرمرة، من الأهمية بمكان، بل مع مفهوم أساسي، في مجال العلاقات البنيوية كلها، مفهوم "اللاتغير" Invariant ذلك لأنه إذا كانت الرمرة تلغي بنفسها المتغيرات التي يمكن أن تلحقها، فذلك لأن شيئاً ما قد بقي فيها بدون تغيير أثناء عمليات التحويل وبعبارة أخرى إن الرمرة تسمى رمرة، لا مجرد مجموعة، لأنها تشمل دوماً على "اللاتغير"، هو لدي محقق لها كيانها ويعطيتها شخصيتها، إن صح القول فيما من عمليات من عمليات التحويل في الرمرة إلا ويكون حاصلها محققاً هذا اللاتغير، مما يجعل في الامكان الرجوع دوماً بالعمليات، شجرة، إلى نقطة الانطلاق

فاللاتغير في عمليات التحويل اللغوي (الترجمة) هو معنى النص، وهو الذي يمكننا من الرجوع إلى نفعه لأصله التي انطلقنا منها واللاتغير في عمليات التحويل الناطقي (مثلاً) يشبه مثلثات أو بظانها هو إضافة وفي عمليات التحويل الساذلي (الأوجه الستة المجموعة أ ب ج المذكورة أعلاه)، هناك لا متغير وهو عدد العناصر

لقد أكدنا من قبل أن المهم في جميع الأمثلة التي أتينا بها هو قواعد التركيب التي تخضع

(١٣) في الاصطلاح العلمي هناك فرق بين اللاتغير Invariant وبين الثابت Constante فاللاتغير هو علاقة، أو قيمة ثابتة في إطار بعض التحولات أما الثابت (في رياضيات) فهو كمية مستقلة عن التغيرات التي تلحق إحدى نوازل، وفي الفيزياء الثابت هو عدد مضبوط يتغير بظاهرة معينة، فمرجه دوماً جسم ما يعبر عنه بعدد ثابت وكذلك البحر والورب النوعي الجسم ما ويدفع التوتف في الفيزياء الذرية أهمية بالغة، ثابت بلانك مثلاً ويستعمل أحيان كلمة "ثابت" ونحن نعني به اللاتغير كي عرفه هـ



ها لعمليات التحويلية التي يقوم بها، وهي قواعد مستمدة عن نوع العناصر فالقواعد هي هي، سواء كانت عناصر نقطاً أو خطوطاً أو أعداداً، أو قطعاً، أو كلمات، أو أحجاماً. بذلك يمكن عرض الطور التالي عن هذه العناصر، والأحد من الاعتبارات فقط العمليات وحدها، التي تصح حينئذ غير ذات دلالة مشخصة، بل سطر إليها فقط من حيث كونها مجموعة عمليات وعلامات تشكل سقاً أو منظومة ذات قواعد التركيب معينة. إن هذه القواعد التي تمكن من الحصول على ناتج من عمليات التركيب المجزأة تشكل بحق بنية الرمرة. وفي هذه الحالة يكون أمام سيق الكلمة، أي أمام رمزه مجردة لا تسد فيها طبيعة العناصر المكونة هـ، مما يمكن من تحقيق هذه الرمرة مجردة ومعياً بأشكال مختلفة وعندما يكون في لا يمكن ذلك، فإن هذه الأشكال أو الطرر Modèles تكون تقابلية Isomorphes<sup>١٢</sup>

هـ نحن إذن، قد وصلنا من خلال الرمرة إلى تعريف للبنية باعتبارها مجموعة من العلاقات المستقلة عن العناصر التي تجري فيها وتتميز بكونها لا متغيرة خلال جميع التحولات التي يمكن اجرائها على تلك العناصر. فالحمل للتعوية بنية لأب عبارة عن مجموعة من العلاقات اللا متغيرة تقوم بين عناصرها (كلمات) في إطار بعض التحولات الممكنة. ولشكل هندسي جسم صلب هو سيق - مثله مثل تصميم همزة هـ - لأنه مجموعة من العلاقات لعائمة بين مختلف نقطه، تلك العلاقات التي سقى لا متغيرة خلال عملية لتحويل الشجري

إن الرمرة إذن - كما يقول جان أولو<sup>١٣</sup> - هي أفصل وسيلة تعريف النية ونكها أيضاً، وهذا من لأهمية بكان، هي نفسها التي تعرف وتحدد اللامتير الخاص بها

لقد لاحظنا من قبل أن اللامتير هو لمعي بالنسبة إلى مرة عمليات الترجمة، والعقد بالنسبة إلى عمليات التحويل لادبي، ولإضافة بالنسبة إلى عمليات التحويل الطوري. وقد تبدو لنا هذه اللامتيرات بسيطة جداً، وأصبحت جداً إلى درجة تجعلنا نعتقد أب معرفها من اكتشاف الرمرة. بل قد نعتقد أنها من «معلومات» أو «مبادئ» العقل. ويكفي أن نلاحظ أن «ثبات الشيء» وبقاء هو هو في بعض التغيرات (كتاب معنى النص في الترجمة) هو ما نسميه «مبدأ أهوية» وأن قابلية التحولات للمكس، أي وجود عملية عكسية لمعي العملية أو العمليات الأصلية، هو ما نسميه «مبدأ عدم التناقض»، وما يستخلص مبدأ «الثالث المرفوع»، أصف إلى ذلك الخاصية الأخرى التي للرمرة، والتي عبر عنها بكون نقطة الوصول مستمدة عن الطرر المؤدية إليها (خاصية الترابط)، فهي أيضاً تعبر عن «حقيقة بديهية» - كما نعتقد - عبر عنها - المساويان لثالث مساويان<sup>١٤</sup>

$$(7 = 2 + 5) \quad 7 = 6 + 2 \quad \text{إذن} \quad 6 + 2 = 2 + 6$$

(١٢) نفس مرجع المذكور وعليه نحدد في هذه الفقرات

(١٥) نطرق الفصل الثاني من هذا الكتاب بعنوان «خصائص الأكسيومات»

(١٦) Jean Piaget. *Le Structuralisme*. que sais-je? no. 1311 (Paris: Presses universitaires de France, 1968), p. 19

والواقع - كما يقول أولو - إن مثل هذه الأفكار أو «المعاني البسيطة» لم تتسَخَّح في أذهاننا  
ولاً من خلال تكرار عمليات التحويل الرمزية إن تكرارها عبر القرون والأجيال، وخلال  
تجاربنا اليومية، قد جعلنا نألفها ونتمودها، وبالتالي لا نشير انتباهنا، فنعتقد أن الالامنفيرات  
الخاصة هي من عمل الحس العقلي أو أنها مبادئ أولية للعقل

#### رابعاً: الزمرة وبناء الأشياء : مشكل الموضوعية

على أساس هذه الملاحظات حاول حد أولو أن يشرح كيف أن معرفتنا للعالم تقوم على  
مفهوم الزمرة، مما يجعل لأشكال التي تخص الزمرة وعمليات التحويل نظرية حديثة في  
المعرفة وهذه بعض التفاصيل

نقد نظرياً إلى لزمرة، فيما سبق من حيث أنها نشاط فكري وأما الآن فستظهر إليها  
من حيث أنها الشرط لضرورة معرفة العالم، والشرط الضروري أيضاً موضوعية معرفتنا به،  
الشيء الذي يمكننا من إبراز كيف يتلاقى لفكر مع الأشياء المعطاة له، وبالتالي حل  
الإشكال الأساسي في مشكل الحقيقة

يقول أولو إن ساء معرفتنا للعالم الخارجي يقوم على مفهوم الزمرة أساساً والزمرة هي  
مقياس الموضوعية، مقياسها لأشكال وهذه ما يشرحه من خلال مثالين غيبين بالدلالة مثال  
رحل وحيد معروف، ومثال مجموعة من الأفراد يلاحظون العالم من جميع الأوجه الممكنة

لنبدأ بالمثال الأول، لنفرض إنساناً وحيداً معزولاً، يرى أشياء أمامه فما الذي يمكن  
هذا الإنسان من لحزم بأن هذه الأشياء التي يراها هي فعلاً أشياء موجودة، لا مجرد أوهام أو  
أصعاج أحلام؟

للجواب عن هذا السؤال، نلاحظ أولاً أن هذا الشخص يواجه موجه متدفقة من  
الاحساسات تبعه تلك الأشياء موجودة ولنا أن كيف يمكن لهذا الشخص أن يعطي  
الفصحة لخارجيه هذه الاحساسات لدخله، أي كيف يعطي وجود موضوعي مستقلاً عنه  
لاحساساته الذاتية، ونعبره أخرى كيف يبي أشياء العالم؟

لنفرض أن هذا الرجل يعبر من وضع جسمه، يتحرك يمناً وشمالاً إنه يشعر بهذه  
«التحولات» من خلال احساساته لعصبيه، وفي الوقت نفسه يستطيع بواسطة هذه  
«التحولات» أن يعبر من الاحساسات التي يحس بها فكيف يمكن هذا الشخص أن ينتقل  
من الشعور بالتحول الذي يتعرض له جسمه والذي يستتبع تحولاً مماثلاً في احساساته، إلى  
الاعتقاد بوجود عالم خارجي مستقل عنه؟

يمكنه ذلك فعلاً، لأنه يستطيع أن يلاحظ في احساسات نوعاً من الثبات والديمام، وهو  
ثبات يكتشفه من خلال تكرار تحولات جسمه إنه يعبر احساساته بوزاده، أي بواسطة  
تحولاته، ولكنه يستطيع أيضاً أن يشرح الشعور بثبات الاحساسات بعملية تحول ارادية

أخرى فإذا أحس بالحرارة وهو متجه بوجهه إلى أمام، فإنه يستطيع أن يفي هذه الشعور بالتحول بوجهه إلى وراء. ولكنه يستطيع أن يعبد في نفسه الشعور بالحرارة بإلغاء هذا التحول والرجوع إلى الوصف الأول. إن هذه الظاهرة، ظاهرة كونه يستطيع دائماً أن يجد في نفسه نفس الاحساسات التي أحس بها من قبل، بمجرد إلغاء التحول والرجوع إلى الوصف الأول، تجعله عن الاعتقاد بأن حساساته قد بقيت - نظرياً على الأقل - حاضرة خلال تعرضه لإحساسات أخرى مغايرة. وهذا يعني أن تلك الاحساسات التي تعبد في دوماها وحضورها، أساساً تقوم عنده، تحفظ في دوماها، أي أن هناك عنصر لا متغير. وليس هذا العنصر سوى قابلية تلك التحولات بتكرار. وهكذا يلعب التحولات - أو العلاقات - العنصر لتكرار في شكلها، لأكثر بساطة بوراً أساسياً في عملية المعرفة.

وأصبح أن كون صاحبها يعبد في نفسه للاحساسات التي أحس بها على الرغم من التحولات التي حاصرت له جسمه، يعني أنه قادر على إلغاء وعو جميع الاحساسات الأخرى التي تفصل بينه وبين إحساساته الأولى. وهذا يدل دلالة واضحة على أن تلك التحولات في الحساسة تشكل زمرة، وهكذا فإن هذا الشخص يتحول واحد أي بتعديله واحد في حساساته، فإن إلغاء الاحساسات المحددة لتدني قد يشعر به بحس هذا التحول توقف فقط على القيام بتحول عكسي، أي على الرجوع إلى الوصف الأول. كما يمكن إلغاء عتلف الاحساسات المحددة التي تسبب فيها تحولات كثيرة، وذلك بإجراء تحول واحد على جسمه يعود به إلى الوصف الأول.

إن قابلية هذه العمليات التحولية للتكرار مع إمكانية الرجوع دوماً إلى الاحساس الأول دليل على أن هناك مصدر سبقت منه هذه الاحساسات، مصدراً يبقى ثابتاً لا متغير خلال جميع التحولات. وما هذا إلا ما سمي بالاشياء الصلبة، التي تعرض علينا وجودها الموضوعي بهذه الطريقة.

عن أن أسأله هنا أكثر من ذلك وأعمق ذلك لأنه إذا نظرنا إلى الزمرة التي تشكلها التحولات التي تعرض لها أجسامنا من جراء تغير في وضعيتها، من حيث إنه يستطيع إلغاء ما يحدث وضعيه حديده، فإن اللامعير في هذه الزمرة هو المسافة التي تمكث من بناء المكان. لما يد نظرنا إلى الزمرة التي تشكلها التحولات التي تسبب فيها حركة جسمنا، فإن اللامعير في هذه الزمرة هو الأجسام الصلبة التي بواسطتها نشيد عالم لأشياء. وبعبارة أوضح إن عملية التحول التي يحدثها لشخص الذي يحدث عنه هي في الحقيقة زمرة متداخلة.

هناك أولاً تحولات إحساساته، واللامعير في هذه لزمرة هو المسافة.

- وهناك ثانياً تحولات الجسم أي حركته حول الشيء، و اللامعير في هذه الزمرة هو الشيء الصلب.

وبوصف هذه الفكرة توصيحاً أكثر نأخذ مثلاً من للاحساس اللمسي الذي يعتبر دوماً

صفة الوصل المباشرة بين وبين العالم الخارجي. نفترض أنك واقف وراء كرسي يصدم بك  
كل من مددها، فمن الوضح الخليلي أنه كلما مددت بذلك بمجهود ثابت معين صعدت مع  
«كرسي جوء» انجھت بعيدك وأنت وبقي إحساسك إلى هذه الوجهة أو ذاك. إن هناك  
شئ «ثابت» خلال هذه التحولات التي تعترى إحساسك لصرية ولسمعية ولشمعية  
وما هذا «الثابت» أو «اللامتغير» إلا المسافة. أما إذا وضعت يدك على الكرسي وركبتها عليه  
وفقت بتحويل جسمك بدوران حول الكرسي، فإن مرة التحولات ستجني من حركة  
جسمك تدل على أن هناك شيئاً ثباتاً لا متغيراً يبقى هو هو من حيث صلاسه وشكله  
ومساحته، به الكرسي الجسم الصلب.

وإذا، فإن تجارينا «حسية» مقيدة بخصائص بعض الزمر، وهي - أي تجارينا الحسية  
هذه - ليست شيئاً آخر، سوى اكتشاف هذه الخصائص والتعرف عليها، أي بناء الأشياء  
الخارجية»

وإذا اتضح لـ أن التحولات الزمرية هي وسيلة لاسان لنشيد مسافات أي المكان،  
وبناء الأشياء الخارجية (في المكان) استطعنا أن ندرك أن التحولات الزمرية هي بنفسها مقياس  
الموضوعية، أي اتفاق جماعة من الناس على أنهم يدركون بالفعل شئ واحد، فالكرسي  
الذي يدركه لو حد منهم هو نفسه الكرسي الذي يدركه الآخرون.

نفترض أن لدينا شخصين يتحدثان لبعض بعض، و«أ» إلى الكرسي في اللغة  
التي يتحدثونها الأولى، وبالحرف «ب» إلى اسم الكرسي في اللغة التي يتحدثونها الثانية. فلكي  
يخلص الاتفاق بينهما على أنها يعين شيئاً واحداً بعينه (أي الكرسي) يجب أن يكون هناك  
توافق بين الاسمين في فاموس يلتزم بين العنيتين، بحيث إن «أ» في اللغة الأولى تنظر  
«ب» في اللغة الثانية، والعكس صحيح.

وضح أن الأمر يتعلق هنا بعملة تحويل شكل زمر، واللامتغير في هذه الزمر هو  
مدلول الكرسي، في هذا مثال. إن لدى مكر أحد الشخصين من فهم ما يعنيه الآخر هو  
بعض لشيء المعني من بعد ذلك الشخص إلى لغة هو وكذلك الشكل بالنسبة إلى شخص  
آخر. إن لغة هنا هي المرجع الذي يحدد فيه ويؤسسه كل منها مدلول الكلمات الأجنبية  
عن بعد. فهي إن منظومة مرجعية *Système de référence* شخصي الذي يتحدثها. وما  
أن هذين الشخصين يتحدثان لبعض بعض، فإن ذلك يعني أن لكل منهما منظومة مرجعية  
خاصة به. ومرجع كلمة «ب» من لغة إلى أخرى يعني إمرارها إلى تحويلها من منظومة مرجعية  
إلى منظومة مرجعية أخرى.

إن مفهوم المنظومة المرجعية مهم وأساسي، وهو أحد المفاهيم الأساسية التي تقوم عليها  
نظرية النسبية، كما سترى في الجزء الثاني من هذا الكتاب. والواقع أن كلاماً يحدد الأشياء  
بالنسبة إلى منظومته المرجعية. فمفرد مثلاً منظومة مرجعية بالنسبة إليك. وهكذا يكون

مركز المدينة «بعيداً» أو «قريباً» في تصورك بالعباس إلى نقطة التي يوجد فيها مرثد في المدينة، فالقرب والبعد نسبيان يتعقدان بالمخطومة المرحجة التي سب إليها والاحداثيات التي تحدد بها موقع نقطة ما ثابتة أو متحركة على الرسم البياني للدالة، هي بالذات مخطومة مرجعية فموضع النقطة يتحدد بالسافة التي تفصله عن احدائي السينات وحدائي لصادات

وإذن، فلنكي نحصل لاتفاق بين جماعة من الناس حول شيء ما - أي نكي نكون معرفتهم بهذا الشيء معرفة موضوعية - محب، ويكفي، أن يكون هذا الشيء الذي عمل نقطة معينة في مخطومة ابرجعية الخاصة بأحدهم، معدل في المخطومات المرحجة الخاصة بالآخرين وحصول الاتفاق معناه الاتفاق بهذا الشيء من المخطومة المرحجة «ب» إلى مخطومة «ب» إلى المخطومة المرحجة (ج) مع إمكان العوده به مباشرة من المخطومة ابرجعية لأخيرة إلى المخطومة الأولى. وصح أن عمداً الانتقال هذه أي تحويلات بشكل مرمر ولو لا وجود مرمر التحويلات هذه لم أمكن حصول لاتفاق بين الأشخاص المذكورين. وإذن فالمرمر هي مقياس الموضوعية، مقياسها الأمثل

لقد رأينا قبل كيف يبي الشخص الواحد، المكان والأشياء الخارجية بواسطة تحويلاته لمرمره الخاصة به. وبإمكانك الآن أن تفهم كيف يتفق لباس على تصور معين للمكان وعلى الوجود الموضوعي للأشياء الخارجية، بواسطة التحويلات الرمزية بين المخطومات ابرجعية التي يستندون إليها. إن موضوعية - موضوعية المكان وموضوعية الأشياء الخارجية - إنما تنشأ باتفاق وجهات النظر المختلفة لعدد من الملاحظين، بكل منهم وجهات نظر متعددة. وإذن، فإن وحدة الشيء وموضوعية معرفته لا تباين إلا من خلال الاختلاف والكثرة، أي من خلال مرمر لتحويلات. إن لمرمره هي الشرط لضروري للجزءه، لا يجمعى أب إطار يفرصه يعمل عليها، بل لأنه - أي هذا الشرط - بشكل شرط وجود عالم موضوعي قابل للتعرفه. هذا كان هالك علم موضوعي، فإنه يكشف للذين يلاحظونه بواسطة المرمر والفكر عند تأخذ عمداً هذا الانكشاف، كشاف العالم له، يبرده منه مفهوم المرمر، ثم ينتج هذا المفهوم وبلاحق نموه وحصله. وتلك هي سادته لشاط لعقلي فالمرمر، إذن، هي نقطة انطلاق بين العلم والفكر العلم بدم المرمر، والفكر يدركها ويعرفها، وتلك هي المرمر معقولة لطبيعة»

## خامساً - نظرية المرمر والنمو العقلي للطفل

بعد الذي قلناه بصدد ساء الأشياء الخارجية من خلال التحويلات لمرمره التي تجري إحساسات الفرد، وساء الموضوعية من خلال تحويلات المرمره التي تجري بين المخطومات المرحجة جماعة كبيرة أو صغيرة من الناس، ينطبق تماماً على الطريقة التي يتعلم بها

الطفل موضعة الأشياء خارج ذاته واكتساب مفهوم الموضوعية. وهذا ما شرحه عليا عدم النفس الكويبي، وعلى رأسهم جان بياجى، وهكذا في «آخر» ما وصل إليه تقدم الفكر الرياضي هو وحدة الذي يتقدم التعبير لصحيح - في حدود مستوى اعرفه انفسه - ر أبسطه عمديت التكبر. وفيما يلي نكره موحده تحيطيه عن الموضوع

يتفق عليا، لنفس عن أن «الحيلة النفسية» أو «لعنيد» لدى الطفل، خلال الأسابيع الأولى من ولادته، لا تعدو أن تكون «كشكولاً» من الاحساسات والاسطوانات، العاصفة المتراكمة بعضها يأتيه من داخل جسمه، (الإحساس بالخروج أو الألم) وبعضها لآخر يأتيه من الخارج (الحرارة، البرودة، ألم الوحش) إن الطفل في هذه المرحلة لا يعرف بين ما يأتيه من الخارج عن طريق الحواس، وما يأتيه من داخل جسمه بواسطة حساسية الداخلية، فهو لا يمتثل بعد «أنا» خاصة به، يصع لأشياء في مقابل خارج نفسه وكل ما هناك بالنسبة إليه هو حلة من المشهد والصور بصرية وسمعية ونسبة دون أن تكون هناك أية علاقه ترتبط بينها. وهكذا فهو يبصر ولا يرى، ولا يعرف أنه يبصر، إنه يحس وجود أشياء خارجه تكون موضوعاً لدروية، لا يحس بالحرمان ولا بالممكن، ولا يعرف للأسباب والعلاقات معنى، بل كل ما هناك هو حاضره مملوء بعابيه الطفل سلباً أو إيجاباً

ومع تقدم الطفل في السن، تبدأ عملية التمييز تدريجياً، بواسطة تكرار المحوادث ويبدأ التكرار أولاً بحاجاته الحسية من عداة وطفافة، مما يحس حساساته الداخلية تبدأ في الارتباط بعمليات معينة، (إحساس الخوف يرتبط بالتدني والرضاعة)، وهكذا يمر، باديء ذي بدء، إحساس الخوف ثم تأخذ احساساته الأخرى في الارتفاع، نفس لشكل، أي يتكرر التجهيزات والامتجابات والإشباعات ومع نمو حواسه - من الناحية الفيزيولوجية - يبدأ الطفل يشعر بغيب أمه، أو متأخر الطعام، فيبكي ويذلل ثم تأتي الأم ومعها الطعام، فيروا «تلقى» والإحساس بالخروج ويرجع الطفل إلى حالته الطبيعية إن حضور الأم باستمرار هو، نالته إلى الطفل، النقطة الثابتة - أو اللاتغير - التي تدونها بعد تواريه ولكن الأم لا يمكنها أن تبقى دوماً بجانب طفلها، فهي مضطرة لأن تعيب عنه بين فترة وأخرى إن هذا الحضور والغياب المتكررين هو ما يجعل الطفل يكون لديه ما سمي بـ «الأنا» أو «الآخر» إنه يشعر، تدريجياً، وبواسطة دمرة التحولات الناتجة من حضور الأم وغيابها، أن أمه، شيء آخر غيره - إن تصح بالنسبة إنه بالتدريج موضوعاً، بعد أن كان «يعتقد» أب وبنه شيء واحد أو أنها أمه الخاصة. وبذلك هي الخطوة الأولى التي تحطوها الطفل على سم ساء الموضوعه - خطوة تشكل بالتحولات لمرمية لاحده عن تكرار حضور وغياب الأم

ثم تصدم السن بالطفل، ويبدأ في الحركة والاشط، أي في التعامل مع ما سبه من «الأشياء» الخارجية يرى القطة أمامه، ثم تعيب هي، وبقي هو حاضراً، ثم يحضر من حديد، يأخذ الكأس، فيقع من يده ويكسر، وتبقى بده صالة، وتأتيه أمه تكأس حديد إلى غير ذلك من الحوادث، سبائته المتكررة يومياً، والتي هي عبارة عن تحولات مرمية، يمكن لطفل من ساء الأشياء الخارجية، شك وشكاً

ويستحق الطفل اسمه انشابه من العمر، فيردد شاعره الحركي ويحتمل المحاولة والخطأ ومن تكرار المحاولة والخطأ يكتسب القدرة على ان يلاحظ ملاحظته دون سبب حط عشوائي إن التعلم بالمحاولة والخطأ يعني أن العمليات الزمنية المرتبطة بتكرار المحاولة والخطأ خلال النشاط العملي الذي يقوم به الطفل، تنتقل - أي العمليات الزمنية - إلى الدهن، أو تنعكس عليه، الشيء الذي يمكن الطفل من الاستملاء عن المحاولات العمدة تصورها ذهنياً، به يتصور الفعل قبل القيام به، والتصور أو التفكير، يقوم مقام الحركة وذلك تنقل المحاولة والخطأ من مجال العملي الذي يتطلب وقتاً إلى النشاط الذهني الذي يتم كالمح، وفي هذا اقتصاد للجهود، واقتصاد للفكر إن التفكير، إذن، مرتبط ارتباطاً لا يفصل به بالفعل سدي يوسسه، سريره لتحولات التي منها يتكون التفكير حركة، ويقف دوماً مرتبطاً بالحركة هكذا يتضح أن الفهم القديم الذي كان يربط التفكير بالخواص والاضطرابات الخبيرة ربطاً بـ مشر (عم لنفس الترابطي - لوك مثلاً) فهم خاطيء فليس للتفكير مصاد لعمل الخواص، بل هو مصاد، أو انعكاس، النشاط العملي، بالحركة

إن الطفل الآن يستطيع بناء الأشياء الخارجيه، ولكنه لم يكتسب بعد الموضوعية إن يظهره لاداره في هذه المرحلة من حياته هي ظاهرة التمركز حول الذات *égoцентризм* به يصر الأشياء خارجيه من خلال أحوله لذاته (فلأنه يتألم هو عندما يسقط أو يصرب، يعتقد أن الكرسي سأل كدك عندما يصرب أو يسقط أو يكرس) وبالجملة فالأشياء التي يحسن معها «تعيش» نفس التجربة التي يعيشها هو (بـ والدانية الطفلية)

والطفل في هذا معذور، فهو لا يحسن الكلام بعد، لا يدخل مع الآخرين في تواصل وحوار، لا يقبل وجهة نظر أخرى غير وجهة نظره الذاتية وهذا شيء واضح عند الحركة لوحيدته التي يمتلكها هي تجربته هو، التي تشكل بالنسبة إليه منظومة مرجعية واحدة إنه يربط كل شيء بهذه المنظومة المرجعية التي هي ذاته، حاجاته ورغباته ويحمل حساساته إن هذا التمركز على الذات يجعل الطفل، في هذه المرحلة يتميز في تفكيره - منطق مبادي، منطق قوامه ربط المفاهيم الأولية مع بعضها بعضاً دون أي اعتبار منطقي - به يربط الخواص بالعام على أساس المشابهة أو الاستدلال غير مراقب، ولذلك يضل في إقامة العلاقات بين الأشياء إنه يعتقد إلى الموضوعية

ونتقدم السن بالطفل فيبلغ عمره ثلاث سنوات أو يزيد، يدخل مع أقرنه، في «يب» أو في الشارع، أو في مدرسة الحضانة، في عالم الألعاب الجماعية، وقد انتظمت أفعاله وحركاته، وأصبح قادراً على الكلام وفهم الآخرين، في الألعاب الجماعية، يكتشف لطفل لوجود الواقعي للآخرين، فيحاول الكيف مع هذا الوجود الموضوعي ذلك لأن الألعاب الجماعية تدعى لأطفال ذات طابع رمزي دوماً هذا يمثل دور الأب، وذلك يمثل دور المعلم إلح إنه «لعب أدوار» لعب يقوم على الفردية والتعاون معاً التعاون لأداء ما يرمز إليه من تصورات خيالية في ألعاب، والفردية، لأن كل طفل يعب دوراً مفرداً خاصاً

به ولكن تتحقق المروحة بين التعاون والفردي. لا يد من قواعد اللعب، لا بد من احترام هذه القواعد. إن اللعب الاجتماعي ومرة، وسريره قو بين لتربك خاصة إن الأطفال عمن يعيون، تكون لكل منهم منظومة لمرعبة الخاصة، والمحتاج في اللعب ينطبع فيهم نوع من لاسحاح ولا تفاد، ينطبع عمليات تحويل مريرة بين تلك المنظومات مرعبة ( طفله ) وهكذا، برسطه عمليات لتحويل المريرة هذه، بأحد والدنية لطفه في لاهكك، سحن مظهر مرصوعة

لقد بلغ طفل لدا من عمره أو يريد، وه هو يجد في لمرره لدرسه ما بعده على تحقيق دة - فردية مع مراعاة متطلبات الحياة داخل الجماعة، أي التصرف وفق قواعد مريرة معه. إن ممارسة النشاط العملي وفق هذه القواعد - في القسم أو في لساة - يتعكس أثرها ليس فقط على سلوك الطفل (التعاون، التسامح ) بل يصل على تفكيره. إن تفكيره هنا سيصبح شيئاً فشيئاً لنفس القواعد من النظام والترب (ن رفع الأصبع لطلب كنمه، والخنوس في المقعد مع قرنه، ثم لدحون و الخروج جماعه، ومناحه حركات معتم عمن يشرح الدرس - كل ديث عبارة عن نشاط عملي بشكل مرر، هي المرر التي تعكس على دهر الطفل، فشكل به وديث يقال إن من لم يحسن على مقعد في القسم لن يعلم النظام في فكره حتى ولو كان علماً علامة تحريماً

يوأخه طفلنا لأن عالماً مستقلاً عنه، عمن ينطبع منه الخضوع لقواعده، إذا هو أراد أن يحقق ذاته، ينطبع منه مراعاة أفعاله ونصر ذاته، إذا هو أراد أن يكون مسؤولاً باستمرار داخل جماعه. إن قواعد سلوك، هذه التي يتعلمها داخل الجماعة سترفع إلى مستوى فكره حيث سيكون على طفل أن يفكر طبقاً لقواعد ثمانية ثلاثم، ويراجع، ويتقد. إن من سابعه هو حق المس المكافحة يحو الطفل سورته، ويصحح أخطئه، أي يحو من فكره الأخطاء. إن عملية حو عمنه تحويل مريره كما هو واضح

ب عصره هائلة إلى الأمام مالمسة إلى تطور عملي لطفل، عصره من نفس الحوادث و لتكبر في الأشياء انطلاقاً من الاحساسات والأحوال بذانية إلى تفسيرها و لتسر إليها بوصفها أشياء و حوادث موضوعية، مستقلة عن إرادته ونشاطه. إن طفلنا الآن يبحث عن العلاقات والأسباب، لا يربط الأشياء بده، بل يربط بعضها ببعض. لقد كان تفكير لطفل من قبل قائماً على «لحس خبي» يرى الماء في قارورة طويله صيفه مريضاً إلى مستوى أعلى من الارتفاع الذي يبعه نفس ماء عندما يوضع في إناء عريض، فيصون إن ماء في حاله لأرى أكثر من ماء في لحانة الثنايه أم الآن فهو يحكم بأن كمية ماء واحدة، وأن لاختلاف راجع فقط إلى شكل الإناء. لقد كان الطفل يرى من قبل في قطعة السكر التي تداب في ماء شيئاً قد ر عن انوجود أما الآن فهو يحكم باستمرار وجود السكر في ماء، بل ويحكم بإمكانية اسحاحه منه من جديد. كان الطفل يفسر لحوادث من قبل بالتفاس إلى مار شعوره، أي يرى فيه حوادث غير قابلة للتمكس أو لارتداد، أما الآن فهو يؤوب لحدث كعلاقة، كشيء قابل للارتداد. إنه يني مراً بواسطة المربعات الخشبية، ثم



بهكك اسرر إلى قطع، ثم يعود إلى سائره من حديد وهكذا يحد أنفسنا دوماً أمام نمو عقلي أساسه تحولات رمزية

لقد شقّ لعمو يعني لطفل طريقه من لاحتسابات بعاصمه بني بأحد في تنهيز تكرار رمزة لحوالات محسبه، إلى احدث من الحسي يعني يحده فكرة موضوعيه بواسطة رمزة التحولات حركية، إلى انعمل منظم المنس داخل خيمه برسطة فوايز التركيب لقي تحصع م سمعه لجمعية . إنه لا قدر عن تجاوز اسعواب والتحوالات بني تعبري حوسه أو حسمه أو موقعه هو، أو موقع لأحرير، بوصوب بن «ثبوت العنصر»، إلى لعلامتيرت وهل التذكير شيء اخر غير تجاوز المنير إلى ما هو ثابت؟

بعد أصبح طفل الآ يدرك ثبات اللون رغم بعدد الكيفيات، ويدرك ثبات الموضوع رغم تعدد الصفات، بل إنه، أكثر من ذلك، أصبح الآن يتبع نفس العناصر «الثابتة» في الراكيب الجديدة ليصل معها إلى الشيء الذي لا يتغير خلال لتحوالات والتغيرات وهذه الوسيلة، أي ماكتشاف ما هو ثابت في إطار بعض التغيرات، تتكون لديه السباب المنطقية، أي معولات التفكير المنطقي، كمعولات الرمان والمكان والسببه، ولكم وانكشف إن لطفل يرى الآ في المكان، لا مجرد مجال لعمل الشخصي كما كان حسمه من قبل، (مجال محولاته خمسة الرمزية) بل يراه الآن كوسيلة أو إطار لتعيين وضع شيء ثابت أو متحرك بالنسبة إلى شيء آخر . وبما أنه لم بعد الآ يجعل من نفسه نقطة الارتكاز الوحيدة أي منظومه مرجعيه وحيدله - بل يأخذ بعين الاعتبار وجهات نظر الآخرين - أي يماثل مع منظوماتهم المرجعية - فإن فكره لمكان يتحول لديه إلى معطى موضوعي، أي مجال الذي يجري فيه التحوالات الرمزية بين منظومات مرجعيه عدله متنوعه . وبخصوص برمان بره الآن يربط عمر الأشخاص بتاريخ ميلادهم، لا بطول القامة كما كان يعمل من قبل وهكذا يصع الطفل، خلافاً لما كان يعتقد من قبل، أنه لن يستطيع أسداً اللحاق بأبيه على صعيد العمر . لقد تعلم من لمقايسه بين اسمرايه ياره لشعوري وبين تحولات الأشياء الخارجيه أن الرمان عبر قبل للاربداد، رها هو الآن تتعلم حقيقه العلاقه بين الرمان والمكان، وبهم أسرع على أنها علاقه بين الاثنين (الرمان والمكان) لا مجرد مرادف للتسارع والعجلة

لقد أصبح طفلاً الآن راشداً أو على عتبه الرشد، وأصبح يفكر منطقياً، أي يفكر في ما هو ثابت في إطار ما يعبره من تحولات، وبذلك يتكون لديه مفهوم السببه والفاصول، وبذلك أيضاً يفكر موضوعياً، بعد أن كان يفكر «لاعسا» ويحسن «ذاتياً» والسلسله لقي انتقدت به من مرحله الاحساس بشوش العامص، إلى لتكبير لمنطقي الصارم هي سلسله تتكون جميع حقائقها من دمر التحول، مختلفه الأنواع، متعدد الأشكال

\*\*\*

وإدب فليست هناك أفكار فطريه، كما كان يقول ديكارد وأتباعه، وليس العمل صفحه بيضاء تكتب عليها الحور من انطباعاتها، كما كان يقول لوك وأتباعه، وبست هناك قصايا تركيبية قبيية كما كان بتحليل كانت، ولا قصايا تحليليه توتولوجية من جهة، وقصايا تركيبية

تجريبية من جهة أخرى، كما يقول صاحب المصعب لا شيء من ذلك يفسر عميقه معرفة

ب معرفة، سواء نظرا إليها في مستوى الراشد أو في مستوى الطفولة، هي مدرسة ذهبية بحولات مرية، مدرسة ذهبية على صعيد التجريد تجد أساسها الحقيقي والوحيد في مدرسة عميقة بحولات رمزية على صعيد الواقع وبسبب مفاهيم انطلق وهو عنه مستوى انعكاس هو عند رمز نشاط العميق على رمز نشاط الذهني التي تجد صحتها وسميها في ذلك سيات لوضع الظنعي الاحصائي منعكس على سدها فتجرب بى ساد عصبه، رياضية و منطقية أم أداة هذا الانعكاس ووسيلة فهي. من التحول الحسي و حركي، ب، نشاط العميق

وإذن، فليس هناك «كائنات» رياضية، مستقلة، بل هناك نبات ذهبية، رياضية أو منطقية وانطلاقا لرياضيات على الواقع التجريبي، ليس شيئا آخر، غير عودة هذه النباتات النخبة الرياضية إلى الالتقاء مجدداً مع الواقع الموضوعي الذي كان أصلاً لها ومشأ، بعد أن استعدت عنه، قليلاً أو كثيراً، بواسطة عمليات تجريد تجريد نبات لواقع يعطي ساد ذهبية «أولية»، ثم تجريد هذه الساد بعسها وإعادة بنائها بأشكال مختلفة حسب قواعد للتركيب جديدة يعطي نبات ذهبية من «الدرجة الثانية»، أي درجة أعلى على صعيد لتجريد وهكذا

سك هي لسطر العديده التي تقدمها العمليات المعاصرة للعلاقة بين الرياضيات والتجربة، وبكيفية أعم، للعلاقة بين الفكر والواقع فهي بعد هذه السطر الجديدة عن الخفية كل الخصص ؟ به مؤل يرفض العلم الخواب عنه تشكل حاهر وقبلي والحققة كل الخصص، هي ما يصعبه لعدم خلال مسره مقدمه التي لا تفهم عدد هاية معيه



القِسْمُ الثَّانِي

النَّصْرُ



## ١ - رحلة إلى البعد الرابع<sup>(١)</sup>

محاول هذا النص أن يشرح ما يقصده الرياضيون ، والبعد الرابع ، وأن يجيب عن الأسئلة التي تطرحها  
المهم العام حول هذا الموضوع ، وذلك من خلال أمثلة واضحة مبسطة ، مع الاحتفاظ بمسألة بطبيعة  
العممي أن البعد الرابع الذي يتحدث عنه هذه الفقرة بعد مكاني ، وقد استطاع بكاتب أن يقرب إلى  
الأذهان تصور الرياضي هذا البعد ، بالإضافة إلى عطاء كل من هندسه رياضي وهندسه توبولوجيكي مدلولهم  
من وجهة النظر هذه . وهناك من الفيزيائيين ورياضيين من يتحدث من الزمان بعد البعد ، وهو موضوع الذي  
سأونه نكاتب في قسم الأحم من مقاله . وقد أمكنك ، هـ ، عن برحه هذا القسم من الخاله يكونه بعض  
بعض ان نظرية نسبية ، وسبحد بقارئ في جزء الثاني من هذا الكتاب عرضا وافيا عن هذه النظرية

«ضطرب ، صد سوات ، على أذهان عدد من الدخس ، فكره بعد رابع يكون ، بل  
فكره أبعاد عديده عم ذلك التي تعرفها . ويشين من تعديل هذه لفكره ه ذات مظهرين  
مختلفين حد ، يطلان رعم بداخذهي ، ميايرين جوهري

### وجهة نظر العالم الرياضي

لند أولاً شرح وجهه نظر عدم لرياضي ماقيصات ومعلوم أن علماء لرياضيات  
رحاب معروف في التحرير بشكل مدهش . أهم لا يكتفون أنفسهم ، على الأقل بوصفهم  
رياضيين ، مشقة البحث على قد يكون هناك من نقات بين أفكارهم بحرته ولعلم نوعي ،  
على الرغم من أن هذا عدم محوهم ويحاصرهم من كل جانب . ويصدق هذه املاحظة ، يعود  
بي دكرتي ، لي لكنمه الاستهلاكية التي فصح ه يندعوب Erding on كسه لسي يحمل

(١) André Se Lague « Voyage à la quatrième dimension » dans François Le Lion nais *Les Grands courants de la pensée mathématique nouvelle et augmentée l'humanité collective* , Édition de demain Paris A Blanchard 1982

عنوان المكان والمكان الرياضي و ليس تجري فيها حركاً من «عالم فيزيائي تجريبي» و «عالم رياضي محض في الرياضيات النظرية المحض» و «عالم يتحدث باسم نظريته النسبية»

في العلم الفيزيائي لربيله الرياضي، وكان هذا الأخير قد صرح انه لا يستطيع ان يصور بوصف حقيقه لأطوار و الأبعاد التي يستعملها في إنشاءه رياضييه «بأنه من موضوع غريب ذلك الذي ندرسونه، بعد أن كنتم في بدايه حديثكم أنه لا يمكنكم معرفه ما إذا كان لفصبا التي تستعملونها في استدلالكم صحيحه أم غير صحيحه، و هو أنتم الآن تدمجون إلى بُعد من ذلك فتقولون انه لا يمكنكم معرفه عما يتحدثون» «مرد عليه لعدم الرياضي، هو نقلاً عما عني هذه الملاحظه، و هو أن تقدم بـ «عرباً بالرياضيات النظرية تعرف هذا حقاً، وقد سبق القول به من قبل»

و في ان الكلمه التي قدم بها يندعون لكسانه مسح لنا عرصه التعرف على أي معلم الرياضي في البعد الرابع، فتسعمل هذه العرصه، وتسمع إلى هذا الأخير يتحدث عن الزمان، فمثلاً «كل ما هناك، هو أنه أصبح من الضروري اعتبار الزمان بعداً رياضياً هندسيكم انطيميه صحيح، عندما نتحدث صفيه هندسه انكسافيه (- انطويه) هندسه ذات أربعة أبعاد» و هو شأنه العالم الفيزيائي فمثلاً «هل هناك أحراً من لكشف عن هذا بُعد الرابع الذي نحتو به و هو دون شك، فإن ما أفصده ليس ذلك يعني الذي نفهمونه منه - الأمر بالنسبه إلى محصر في أنه عني أن أصبح معبراً ان «ر» إلى التعريف لثلاثه. س، ص، ع، الخاصه بالمكان أو ماد بعينه أو مثله هذه التعريف على صفيه الموضع، لذلك ما لا يعني إطلاقاً فلا يعني مثلاً إن كانت هذه المتغيرات لأربعة يعني تاسع صغط العار، وكتفه، ودرجه حراره، وقصوره الحراري " Entropic و عني أنه حار فإنكم لن تذهب إلى القول إن بعداً أربعة أبعاد، لكنكم محزون إلى أربعة متغيرات رياضييه من أجل تحديد حالته»<sup>2</sup>

(2) «العصور الحراري و الأنسب اصطلاح فيزيائي بعد عن حالته» نظام منظومه ب ١ ن ع الأما وفي معناه يقال بعد منظومه من حالته منظومه ب حاله أقل انتعاش (كالديون مثلاً) فقد أصبح هذا مفهوم ضرورياً بغير عدم قابليه بعض الأحوال بالاداد هو نوع تصرفه غير قطعاً حديد بسبب في ذلك جزء من حديد ولكن محمد حديد لا يرفع تصرفه ويكون لأن و ب ذاته عندما يكون الحوا فلا لا راد، وردد فيجبها عندما لا يعمل ديداً ركا، عدم كلاً يوس (Ladus) هو الذي عظمى بده ان ياصيه انثابه  $\frac{1}{2} = \frac{1}{2} \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \frac{1}{2}$  اسم بروب و يشتمل إلى كذا حراره تلامه جسم ما في تصور نحو تدل على الاداد، يعني خلال درجه حراره ب ذاته ب جسم ب عن مقاموس الحديد فليزيلا بالفرنسيه

(3) انه حاله E اصطلاح فيزيائي غير معني خاص ب حاله منظومه « هي العنصر عني بمره يمكن معرفه عيم لتسلف هذه منظومه ب حرره حاله صار في مسطه معينه، أي إذا صرفت حداثه الرياضيه التي حددت تعريفات لها إليها في نص (الصغط، لكشفه) «مكن السور و حالته» في الحفاظ التاليه

## وجهة نظر رجل الشارع

أما وجهة النظر الثانية التي يمكن أن نعبر عنها، مع بعض المحاور، إنها وجهة نظر رجل الشارع، فهي مختلفة تمامًا عن وجهة النظر السابقة. إن رجل الشارع يسعوب مبروه فكر لعدم الربحية، فهو يريد أن يعرف ما إذا كان المكان ذو الأربعة الأربعة موجود فعليًا. وعندما يحيطه تأمل بجهل ذلك، وب كل شيء تجري بالنسبة إليها وكأنه غير موجود، يصاب بحيرة أمل. ولكنه، نظر لعدم قدرته على التمدد إلى جوهر المسألة، يهادي في طرح خواص ثانوية، فسأل: «وإذا كان هذا المكان ذو الأربعة أبعاد، موجودًا حقًا، ألا سروب أن يقدم بعدم إمكانية يوم من التعرف عليه؟ وإذا فرضنا أن لا نستطيع التعرف عليه فهاد عن التكاثرات التي قد يسكن البعد الرابع؟» «نوع الهندسة التي يستعملونها؟» «ما هو بالنسبة إلى وجه لعمري في هذه الهندسة؟» أو «يتحدث أيشين، أو على الأقل، أولئك الذين كتبوا عن مصرته، عن بعد رابع، بل عن أعداد أخرى فوق بعد الرابع؟»

«على الرغم من أن بعض هذه الأمثلة لا يكتسي أهمية كبرى، ولا قيمة علمية ذات نال، فإننا سنجاول، مع ذلك، الاحتمالات التي لا تحصى، كثيرًا، مما قد يجمعهم ذلك من بين مرائنا. وهذا بالضبط ما سمح على تصدير هذه تصفحات بعنوان «رحلة في البعد الرابع». ويكتسب بفضل أن بدأ بكتابات بقوها عن هندسة المكان ذي الأربعة أبعاد

بديهي أنه ليس هذا محض الحديث عن الهندسة التحليلية والكمية التي أدرجت في هذه هندسة البعد الرابع في معطيات، سهوية فائقة. ومع ذلك لا بد من الإشارة إلى أن الهندسة التحليلية التي شيدتها ديكارت تستعمل أحداثين اثنين عسدها يتعق الأمر تحديد نقطة ما على سطح المسوى، وثلاثه حداثيات (س، ص، ع) عندما يعبر الأمر بتحديد نقطة ما في الفراغ وبناء على ذلك، نقول:  $س = أ + ب + ص + ح = ع$  معادلة تحدد مستقيمًا، وأن  $س + ب + ص + ح + د = ع$  معادله تحدد مسوًى، وأن  $س^2 + ص^2 + ح^2 = ع^2$  معادله تحدد دائرة، وأن  $س^2 + ص^2 + د^2 = ع^2$  معادله تحدد كره. وبمكاتب الاسم سأل في تقديم أمثلة من هذا النوع فهاد لا نقول بـ «ب» أو «أ» من  $س + ب + ص + ح + د = ع$  معادله تحدد مسوًى فوق Hyperplan، وأن  $س^2 + ص^2 + د^2 + ر^2 = ع^2$  معادله تحدد كره فوقية Hypersphère. فه تمثل هذه الطريقة سببه على زيادة معبر أصافي شيد هندسة البعد الرابع

إن إضافة هذا المعبر بغيرم نطسعه الخيال إضافة حدثي رابع ترسمه عمودًا على محاور الإحداثية الثلاثية الهندسية س، ص، م، ع، شيء سدي يكتسب من رسمه سوري، لعدم «لف» أو الدوران - وسافر في هذا المكان نعم، فهاد هكذا بين المستويات «المعامدة باطلاق» *Plas absolument perpendiculaires* التي لا يرضع سوى نقطة مشتركة، هذه نقطة، وليس لمسوًى بمعامدة بمعنى لعمري لكتيمه (= بي يربط سها مستقيم)، الشيء السبي يعني أن أصبح قانون على جعل شكل هندسي ما يدور حول

مسو



بعضهم فكره «الأشكال المنتظمة المتعددة المطروح» Les polyèdres réguliers يمكن من التمييز في هذه الأشكال بين خمسة أصناف تسمى Polédriques وبالتالي، درستهم بسهولة بواسطة هندسة وصفتها خاصة أنه بهذه الطريقة ليس أن أحد هذه الأشكال، ويسمى l'octaédrique، يحتوي على 6، قمة و24 وجهاً على شكل مربع، و8 وجهاً وCetules (أو حجيرات) على شكل مكعبات تحده من كل جانب، أصف إلى ذلك شكلاً آخر من هذا النوع يسمى l'hexacosédrique وهو يشمل على 1200 وجهاً على شكل مثلثات متساوية الاضلاع أصبح

### إحساننا بالمكان

لترك جانباً هذه الدراسات التي لا تهم إلا المختصين، ونعود إلى الحدث بالذمة بعدة التي يهمها الجميع

هناك واقع بسيط جداً، وأصبح حديثاً، لا شك أن السيد دو لا بايس M de La Paice كان يعرفها، بل لا شك أنها عرفت قبله، وهي أب لا يدرك ولا سجل سوى ثلاثة أعداد في المكان فكيف أنه من الممكن بعطه مباحة ما، مهي كات كبره، بمسطبات بوصف بعضها بحالت بعض، مستطيلات متشعبة تمام، ودت بعدين فقط، هم الطول والعرض، يمكن كذلك ملء المكان كله (أي المعبء) بواسطة قطع من الأشهر برصفت متجاورة ويكسب بعضها فوق بعض وكما هو معروف فإن هذه القطع لا تشمل إلا على ثلاثة أعداد، هي الطول والعرض والارتفاع

لقد درست بعدة كبيرة هذه الأبعاد لمكانية الثلاثة، من طرف عدد كبير من العلماء، وبالأخص منهم بوانكاريه أنا نجد في أبحاثه، إلى جانب ملاحظات دقيقة جداً، عصبه جداً، حول معرفة الترتيب المكون، معرفة بواسطة العضلات ومعرفة بواسطة البصر، نجد في أبحاثه ملاحظات أخرى عمروحة شيء من اهتمامكم، مثل ذلك التي تتعلق بمسوح حسنة الأذن ومعلوم أن الأذن تشمل على ثلاث قنوات سمعية شبه مسديرة، يقوم عصب بوانكاريه، مارج، بـ بوحى لأذهانتنا، بفصل الوجه الذي تخصص له، بمفكرة ثلاثة مستويات (أو سطوح) ذات إحداثيات متعامدة متشعبة، وكأنا - أي القنوات - ركب هكده عمداً يكون صاحبه حاجة لرباصين يقوم بوانكاريه لأن الأرواح الثلاثة من القنوات السمعية تنحصر وطبقتها، كما يقوم بيسو دو سيون M de Cyon في سبيل إلى أن المكان له ثلاثة أبعاد ثم يعلق بوانكاريه قائلاً «وإذاً أن تغيرات الهندسة ليس هي سوى

(٤) السيد دو لا بايس صاحب ترسي ٤٧ - ١٥٢٥) مات في معرقة حوب في سائي وولته جنوبه بعصبه من جانب سوي ومارب بيسو دو لا بايس، مات في سائي، وقبل موته بربع ساعة، كما هو الحال جاء وهم يقصدوا، بذلك أنه كان يقاتل في آخر لحظة من حياته ولكن عذاره قبل موته بربع ساعة كما ما يزال حياً، هي من العاراب تسادحها مصلحته مثل «السب» فوجدوا أنفسهم بيزيد هذا الاسم في النص لاشاره إلى أكثر الناس مدحاً (مترجم)

وحيث مر القنوط السمعية، فلا بد وأنها تعتمد، حسب ما يبدو، أن المكان يشتمل على عددين فقط وهي نمر عن اعتقادهم هذا بأسلوب غريب جداً فهي مصطف على شكل دائرة، وأنف كل منها تحت ذنب لآخر، ثم تدور بسرعة ويبدو، علاوة على هذا، أنها لا وصفت في صحن ذي ميناء (حاشية) لدور فيه، هذا الشكل، لا نستطيع معادنه قط وبصف بـ «كاريه» «وي أن الأسلاك المعروفة بـ «الشق» Les Lampirois لا تتوفر إلا على روح واحد من القنوط السمعية، فلا شك أنها يعتقد أن المكان يشتمل على بعد واحد فقط، وذلك كانت مظاهراتها أصل صحيحاً

ما نحتمل أن لا يكون من ثلاث مع انشغالكامه بعض الأويلات إلى سطو من بعض الفوهات التي لا شك في صحتها، ولكن يجب، مع ذلك، أن نلاحظ، بالنسبة إلى الإنسان واخيرون لعلنا، أن القنوط السمعية الثلاث، شبه الدائرية، والمعروضة على ثلاث مستويات (أو سطوح) متعامدة متى متى، مرتبطه، حسب ما يبدو، بإحساس بالانحناء، على الأقل، عندما يتعلق الأمر بتحديد أوضاعه التي يجب أن نتحدث أصعب إلى ذلك أن بعض الأمراض التي تصيب هذه القنوط بسبب لب الغشائي، وتفقدنا الإحساس بتدوير جسم

#### معنى البعد الرابع

يعرف ارباصيون جيداً، كما أشرنا إلى ذلك أعلاه، أن المكان كما نشاهد ونسمسه، لا يشمل، أو على الأقل لا يكشف له، إلا عن ثلاثة أبعاد ومع ذلك فهم يرون أنه من الصعب تصور مكان ذي أربعة أبعاد، بل ذي أعداد كثيرة، لكي يسكنوا فيه «الأشياء» المرعجة التي يسحبها حياتهم

وسواء كان المكان ذو الأربعة أبعاد موجوداً أو غير موجود، فمن الممكن، مع قليل من الإرادة والعزم، أن يتصور الإنسان «حقيقة» هذا المكان، أو أن يوحى لنفسه، وهذا يكفي عند الانقضاء، أنه يعرف فعلاً وحقيقته» فهو صرح هذه النقطة بعض الشيء

لرسم مربعاً على ورقة، ولرسم بجانبه مربعاً آخر يقع جرفاً عليه ويتجه في نفس اتجاهه، ثم لنأمل الشكل، دون أن نحمل أبعاداً على تصور أن المربع الثاني موجود في المستوى نفسه الذي يوجد فيه الأول. به من سهول أن يرى المربع الثاني وكأنه فوق مستوى الأول، الشيء الذي نجعله ندون وكأنهم يحددون مكعب يرون على «سطحيته» المنظورية En perspective، ويتكون هذه الرؤية أكثر وضوحاً إذا نحن وصلنا بخط كل قمة في المربع الأول بعمقه المناظره في مربع الثاني هذا كله واضح، والبأس جميعاً يتفقون على ذلك، إذ لا نجد بدخلاف بينهم حول ما ذكرنا، ولكن ليقه معقله مع الأسف

ومع ذلك فمحاول، وسطر إلى مكعب في الفراغ، ولكن مكعب لعمه الرد مثلاً، والأفضل من ذلك مكعب هيكل صغت أصلاعه اثنا عشر بواسطة سبك حديدية ولصع

في جانب هذا المكعب، وعلى مغربة منه، مكعب آخر محاذلاً له تماماً، ومسحوق في اتجاهه  
عنه، ثم نحيل هذا المكعب الثاني وكأنه يوجد في فضاء (مك. ) غير انقصاء الذي يوجد  
فيه لأول، ثمنا مثلي بعد ناسبه إلى المربع الثاني الذي كان يبدو لنا، قبل قبيل، وكأنه  
متفصل عن الأول في رسم عينيها وهكذا فلا، صبا لحظ كل وجه من الهمم الشابه لي  
يشتمل عليها المكعب لأول، بالمهم مظهره في المكعب الثاني، أصبح لدينا ٢ صنف  
أند ١٢ صنفاً اند ٨ صنفاً، أي سيكون مام مكعب متعدد الأسطح Hypercube ذي  
ثمان وثلاثين صنفاً، ونعباره حراً سيكون أمام شغل هندسي متعدد الأسطح يسمى  
Octaédroïde مشيد في مكان ذي أربعة أبعاد

هكذا يبدو أنه من الممكن يوحد منها أن يسمى في ذهنه، مع قبيل من يعود، حدس  
ما يمكن أن يكون عنه البعد الرابع وفي هذا الصدد يرى بونخاربه أنه إذا كان مثل هذا  
عدم قبيل لا تشير بين الناس قدلث راجع، قبل كل شيء، إلى التعقيد المتزايد سرعه  
بدي يسهل فيه استعمال بعد اضافي ولذلك يسهل بونكاربه قائلاً "أنسب ملاحظ في  
مدارس الثانوية ب سلاميد الأتوم في الهندسة نسويه لا يستغنون هندسه الفرعية"،  
ولا شك ب هذا راجع بالخصوص إلى عدم ليعود على سبحانه لعد البدي (الذي  
ستدرسه هندسة لفرعه)، وبذلك كان لا بد من مجهود يستمكن من ذلك ويقوم بونكاربه  
أيضاً "وبالإضافة إلى ذلك، ألا ندعاً حيفاً عندنا بريد تحيل شكل مادي مفرغ، إلى  
صور مختلف مظاهر هذا الشكل ناسخ؟" ب الجسم لصب الذي سبق أن ساهده  
يدور ببطء أمام أعين في الفضاء، والذي لا حظ فيه، هكذا، عند من لمصدهر ولأوجه  
المختلفة، برسم في عينيها يبدو لنا، في بعد، كتمثل لا واقعي، ولكنه تمثل يتجده لذهن  
موضوعاً به، ويستعمل عند التفكير فيه جميع الوسائل المساعدة التي يجهلها البصر إيبا من  
الخارج

## الحيوانات المسطحة

نحن أفضل طريقه تمكينا، ولو في حدود صيغته، من تصور ما يمكن أن يكون عليه،  
مكان ذو أربعة أبعاد، هي تلك التي سمعت مرراً، والتي تتلخص في مظهره م سكون  
عليه، نالسه إيبا، حار حيو ناف مسطحة إلى أبعاد جيد، تعيش على مساحة غير من ب  
عنده عن مسو غير محدود

معرض أن هذه الحيو ناف مشكلة من طعة واحدة من الجزيئات Molecule تضم جمع  
جلاياها وسعود بعد قبيل إلى هذه المسألة، مسئلة الحجم أو الكثافة يقبل ب هذه  
طيو ناف عساره عن صفائح برونولاميه " Protoplasmique ذات عتة حاً حي ناف

(٥) البرونولام م مادة حيه الاماسيه التي يتكون منها جسم الخليه وهي تشمل في عاتب على حم  
مميز يسمى النواة (لرحم)

سكنى بنا كان الأمر معقول بحيويات رقبه، أو عشاء يقنص ويفتح إذا كان الأمر يتعلق بحيويات رقبه، وبمعرض أيضاً أن هذه الحيويات تنوهر على ذكاه مثل ذكائه وأنها تحب حاسة عذسه وحبها معقدة مثل حبات، وهاها حواس مشبهه لحواس، مما يجعلها قادرة على تقدير المسافات بتقدير جيد، وإدراك الحدود التي يقوم بين الحيوانات بسطحه لأحرى لكي يحيط بها ويعيش معها حياة اجتماعية

بعد سمعت فرصيات مثله بوضوح مسائل المعقدة، مثل تلك المتعلقة بالهندسات اللاأوقليدية

## الهندسات المستوية اللاأوقليدية

بكي يعطي الهندسة التريمانية المسوية كامل معانها برى من المفيد الرجوع إلى فرصنا أسلافه حول حيوانات أسطحه ولعروض، علاوة على ما سبق أفرداه من قبل، أن هذه الحيوانات تعيش في عدم كروي الشكل، وأن لا تتجلى سوى بعدين ثير، وهذه نقطة أساسية في موضوع أن المسوى بالنسبة إلى هذه الحيوانات عبارة عن مساحة دس بعدين (طول وعرض) ولكن عبارة عن دس شعاع شعاع الكرة - الذي يعيش عليه، و يدي يستطيع أن ينتقل فيه إما إلى اليمين أو لليسار، وإما إلى الأمام أو الخلف أما الانتقال إلى أعلى أو إلى أسفل، بشيء معدود عليها تماماً أصعب إلى ذلك أن هذه حيوانات لا تمتلك القدرة على تحيّل بقوم «السطح» الذي يعيش فيه، أي إحضاره بحوي بعد مكاني ثالث، نعتبر كما عن بصورة

وهذا لا بد من إدراك ملاحظته أساسية، وهي أن الكوكب بالنسبة إلى هذه الكائنات، انقاده على التفكير و لا يأتى بإنشاءات هندسية، كإن لا حدود له بالرغم من أنه متناهٍ فمن جهة لن تصادف هذه الحيوانات في طريقها قط أنه حدود تمنعها من الذهاب بعيد بعيداً، ومن جهة أخرى فإن مساحة «مستوى» الذي تعيش عليه مساحة منتهية تشتمل على عدد ما من الكيوبومترات المربعة ومطبيعها الحاد، فإن الخط مستقيم بالنسبة إلى هذه الحيوانات هو أقصر مسافة بين نقطتين، ونعده لرياضيين، يقول أن الخطوط المستقيمة بالنسبة إليهم هي الخطوط الجودسريكه Géodésiques بالمسوى الذي نوجد فيه وهكذا، فيما نسميه هذه الحيوانات خطوطاً مستقيمة هو بالنسبة إنسان، نحن الذين نعيش في عدم ذي ثلاثة أبعاد، عبارة عن دس ثر كبرى على سطح الكرة

وعليه، جود كان من غير الممكن على العموم، في هذه هندسة، يمر أكثر من مستقيم واحد بين نقطتين، فإن هناك، في الخال لا استثنائية التي يكون فيها هاتان النقطتان متساويتين

(٦) د بر صرو و بر صرو هاتان النقطتان التي عود فيها تكافؤا اختصار بالهندسات اللاأوقليدية انطلاقاً من مشكلة تنووي و بالكتاب نظرية الرجوع إلى كتنه في الفصل الثاني من هذا الكتاب (مترجم)

عن طرفي قطر الكرة، ما لا يخفى من مستقيمتين، أي من انصاف بدوثر الكروي، يرتبط من القطبين بتدوير

لا محال هذا بالاعتراض على هذه فرضية، ولا لوضعها ككوكب غير معقولة ففهم من أن الكرة المعينة هي الكرة الأرضية، بكرة أرضية مستوية، أي بكرة، ولخاليه من كل ثواء و شواء، والتي سبع طوب خطوط لروان" فهي méridiens عشرين ألف كيلومتر، في حين لا يمتد طوب حيوانات بسطحه جزءاً واحداً من مئة جزء من مسير، وحسب ذلك ملاحظة الطريقة التي تصور - أي خطين مستقيمتين على هذه الكرة لا تد - بتقاطعه في نقطتين بعد بوحده منهن عن الآخر - 20000 كيلومتر، أي بعد مسافته أكثر من طوب من مره من حجم تلك الحيوانات، هي في ذلك الملاحظة نظرية غير ذات أهمية عملية بالنسبة إلى هذه الحيوانات، ولذلك سيكون جميع أشكال هندسية وجميع تصاميم التي يرسمها مهندسوها، مظاهرها تماماً تلك التي ستحصل عليها هذه الحيوانات، باستعمال هندسة أوفيدس ( أي بعد المكان مسوون، لا كروون)

هذا نحن نضع أصعباً على حقيقة هندسة زيمان، على ما نعيه هذه الهندسة عندما نضع على ما ندعوه نحن بالمسوى، نحن الذين نعيش في عالم ذي ثلاثة أبعاد، ان هندسة زيمان، ذات البعدين، ليست في موقع إلا الهندسة الكروية لأوقيدس، وما يسمى في هندسة زيمان «حساب مثلثات مستقيمة لأصلا» La trigonometrie rectiligne هو ما ندعوه نحن، «حساب مثلثات كروية لأصلا» La trigonometrie sphérique، والحق بوجودها بعض في هندسة زيمان، حيث تد «خطوط المستقيمة» و«الدوائر»، تمام استدلاله على ما تد عليه، ناصح «الدوائر الكروية» و«بدوثر المصغر» في هندسة أوفيدس، يستمر القول بوجودها بعض في هندسة أوفيدس نفسها، وهذا شيء لم يسه أحد بعد ان هذا يعني انه من يستحيل التوجه على مسنده أوفيدس، وان هندسة زيمان المسوية، هي لا تمثل هذه الهندسة، لا يمكن أن نعلم على بعض ذي

بإمكاننا لأن العنونة في هندسة لوبانشيفسكي لأشياء مشروعتها بالكيفية نفسها، إن يكفي أن تصور حيواناتنا مسطحة نعيش، لا على الكرة معروفة، بل على شكل شبه كروي Pseudosphère، أي على مساحة ذات شعاع سالب وثابت (مساحة مغمرة)

## كائنات البعد الرابع

لبعد الآن إلى حيواناتنا المسطحة، ونفترض، هذه المرة، أن المستوى الذي تحرك فيه هو فعلاً المستوى الأوقيدي الذي نعيش فيه نحن، غير مهمين بما يمكن أن يكون عليه هندسة بدن هذه الكائنات

٦١ خطوط الزو - هي الدوائر الكروية بدارة من القطبين الشمالي والجنوبي والعمادة مع خط الاستواء

بعد أن شرنا قبل قليل على أن هذه الحيات لا تعرف ليعد الثالث أي لا تستطيع  
سحرث، لا يرفق، إلا أن تحت ريش من هذه أنه قد وضع أصعب على عاتقها، أو  
ربما فيه حيلة « شعرة » يخ، فإن سنداً مقدحة مذهبه، وبعد ذلك حدثت حادثة  
معدده وقد ترجع إلى أنها لا تعرف بحجم معنى (لأن جسم سبب بطون ويعرض  
والا يع، وهي لا تعرف لا يع) ولا تحصى عليها لمبدأ حفظ المادة، لا يقدر ما يريد  
حز، ي يقدر ما تحب عن إقحام أي شيء فيه أو التراجع ب شيء منه

وهكذا، بعد فرص أن أحد أفراد هذه الكائنات قد أحصى كسر في صندوق حديدي  
حكم علاقه، فكيف نتوصل على كسر أن عند إليه بدن، وهي توجد في مكان ذي ثلاثة  
بعد وهيها ن يعرف رجال محيرين لدى هذه الكائنات، بطريقة لي تحتها  
سرفه

وبمثل، قد كان هناك بعد ربح، وكنت هناك كائنات تعيش فيه، فإن هذه لأحمر  
سكور بنسبة إلى عدم مرقية وعدم موجوده بها سكور عربية جد نالته إلى ما يتبع  
معرفة، وديت إلى درجة أن سكور غير قادرين على بصورها، وفهم حقيقتها سيكون  
بإمكان هذه الكائنات أن تدعى دت شداً يؤمنون أن يمكن من رؤيه أصابعها، وإذا  
حدث أن تمكن حدث من مذنبه نحو هذا لعد الرابع لدى تعيش فيه هذه الحيات،  
فإن (أي اند) سحنتي نداءً ونصح أترأ بعد عن وفي هذا الصدد يمكن الكائنات الفكهية  
بارلوسكي Pawiowski في كتابه رحلة إلى بلاد البعد الرابع كيف أن بطل قصته لاحظ أن  
لديه قدرة على سفل في فضاء مجهول لقد حصى هذا الطفل، في صندوق حديدي، رسائل  
حب والفرح، عاقداً العزم على عدم الكشف عن أمرها، فأغلق الصندوق بالمصباح، وأحاطه  
شرط خضه بالشمع الأحمر، ولكنه عاد بعد لحظات، وقد سوى عليه اهرس بسبب شكه  
في أنه لم يضع رسالة غرامية معه في الصندوق وبدون أن يفكر في الأمر مذ يده إلى د حل  
الصندوق وأحد لرسائل وتصفحها فوجد الرسالة المشكوك فيها، فاطمأن وأعادهما مع باقي  
الرسائل إلى الصندوق وبس هو بهم بالانصراف استيقظ من عقله، ولشد ما كانت دهشته  
عظيمة عندما لاحظ أن الصندوق قد ظل مغلقاً، وأن خاتم الشمع الأحمر لم يمس فقد  
أخرج الرسائل من الصندوق وأعادهما إليه دون أن يفتح الصندوق!

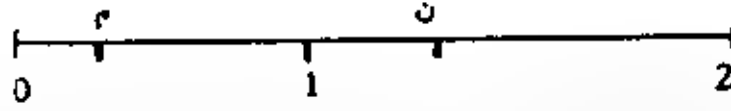
نعم، يمكنك أيها القارئ، ويمكنك أن أيضاً، أن تعلم أن هذه الرحل كان محلم  
ويكن كاتب القصة يستخلص من هذه الحادثة السبغة المالية، قال «إنه بهذه الطريقة أدرك  
بظنه أن بإمكانه السفل في البعد الرابع»

## ٢ - مشكل المتصل،

يعالج هذه النص مشكل الاتصال هندسي، أي التحركة إلى ما لا نهاية به مستعين بمأمله واضحة بسيطة، علاوة على أنه يلقي الأصو على الكسور عبر العسرية، وطريقة التحويل من نظام كسري آخر وهدف مؤلف إثنين نظري، صغونه بوصف الدليل المتصل بظواهر طبيعية، خاصة على مستوى ميكروفيزيائي. وانص في الأصل جزء من محاضرة حول السببية في العلم. وقد استألف هذا الموضوع في جزء الثاني من هذا الكتاب، وقد اقتصرنا على ترجمه بفراف بي بطرح مشكل الاتصال هندسي على صعيه ارتباطات

• بعد استطاع الفيزيائيون أن يحددوا بوضوح كبير، استناداً إلى خبراتنا العديدة وبصورنا الهندسية وبيانيك، خاصه ميكانيكا الأحرار سببية، الشرط الضروري الذي لا بد منه في كل وصف دقيق وشامل للظواهر الفيزيائية أن كل وصف من هذا النوع يجب أن يكون قادر على أن يطلعنا، بكيفية دقيقة، على ما يجري في كل نقطة، وخلال كل لحظة من الزمان وبطبيعة خاص- داخل مجال مكاني وسعه لزميه بتدوين تجريبي فيهم الأحداث الفيزيائية التي تحدث عنها. وإمكانات لا يطق على هذا الشرط سم مسلحة الاتصال، اتصال انوصف بها مسلحة من الصعب تحقيق مضمونها، الشيء الذي يجعل تصوير الاتصال قصصاً تعدي تعراب، إذ صبح التعبير

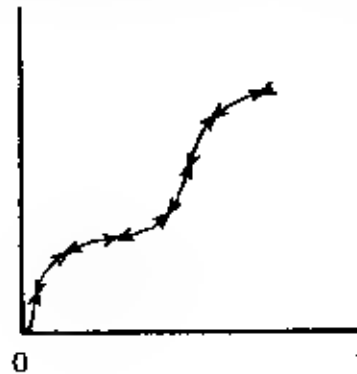
من جهة لأفكر بي أهداف كتاب فكره جميع الأعداد الموجودة بين ١ و ١٠، وجميع الأعداد الموجودة بين ١ و ٢٠، ونحن نرى في هندسيه تتسلسل بين تفصيلات نقطة ١٠ من جهة ونقطة ٢٠ من جهة ١٠، عن نقطة ١٠ في الشكل الذي (نقطة ٢٠) نحرك بين ١ و ١٠ ونرى جميع الأعداد المحصورة بينها ونقطة ٢٠ نحرك بين ١ و ٢٠ ونرى جميع الأعداد المحصورة بينها كذلك



ومن بين النقط الموجودة في هذا الجزء من المستقيم (محصور بـ 1 و 2) هناك نقطة تمثل لعدد  $\sqrt{2} = 1.414$  ونحن نعرف أن الأعداد التي من هذا النوع (= الأعداد لاصفاء) قد اكتُشفت مضاعف حيث عور من وأصحابه في درجة الإنهاء الشديد. ونحن أن لا نحدد عبادن، من طوبى الأولى، مثل هذه الأعداد العربية، على الخط من قيمة الخدس برياصي لذي كان هؤلاء الحكماء لقدامى ب السراجهم من هذه الأعداد شيء شرفهم جد، أنه يعبر عن شعورهم بأنه من عبء الممكن إيجاد كسر يكون مربعه مساوي تماماً للعدد 2 وبالفعل، ونحن لا نستطيع إيجاد هذا الكسر، وكل ما يمكننا الحصول عليه هو كسر يقرب ب من لعدد 2، ولكن دون نوعية سيامة من ذلك، مثلاً بكسر البلي 7<sup>7</sup> الذي مربعه هو 289 وهو يقرب كثيراً من 288 أي من العدد 2. وبإمكاننا لا قرب أكثر فأكثر من لعدد 2 باستعمال كسر نألف من أعداد أكبر من 17 و 2، ولكن لن نضع قط العدد 2 سيامة

ب مفهوم جيد متصل، وهو مفهوم رائع عند أن نأخذ لنوم، بطوي على تصور غربت جد، تصور نأخذ من نعلم فكرة متصل بسكن سخاور كثير حدود ما هو في متناول وما حراه كبره حقا، ب يعتمد برة إلى جاور حدود لتعميم بشروع، فيدعي أن بإمكانه الحصول عديد على مختلف القيم الخفية التي يحدد بها مقدار فيزيائي ما في كل نقطة من هذه ميدان متصل سواء كان ذلك لعدد ر يتعلق بتحديد درجة حرارة أو الكثافة و القوة الكامنة، أو قيمة محال أو أي مقدار آخر، كأن يقول مثلاً، ب بإمكانه تحديد جميع لقيم لتي يمكن عطاؤها لذيذ المقدار عندما يحرث من الصفر و بعدد 2

وأنوقع ب كل ما نستطيع فعله في هذا الشاب هو القيام بتحديد تقريبي لقيمة لعدد ر موضوع البحث، ب وسطه عدد محدود من النقط ثم إمرار مسحي متصل يربط بين هذه لنقط كما في الشكل التالي

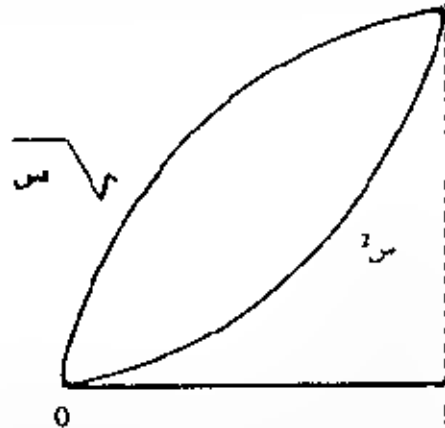




إن هذه الطريقة (طريقة الرسم البياني) طريقة صالحة، ما في ذلك شك فهي تكفي في حل مشاكل العممية ولكن عندما نطرق إليها من وجهة النظر الاستيموبوجية، من روية نظرية معرفه، فإننا نجد أنفسنا نعيد حده عن بوصف اتصال الدقيق الذي نرسم ان بإمكان نعيم به

ولعل ما يقوي أمدنا في حصول على تصور سام للمقادير المتصلة، كون علماء الرياضيات يدعون أنهم قادرون على إيجاد القيم اتصاله الخاصة ببعض إنشاءهم المذهب البسيطة. ولبيان ذلك نعود من جديد إلى مثالنا السابق لتكن  $s$  زمراً للمقدار الذي يتحرك بين الصفر والعدد 1، ولنعرض أن لدينا فكرة واضحة عن  $\sqrt{2}$   $s$  وعن  $s$  فإذا قمنا بإنشاء الرسم البياني لقيم كل من  $\sqrt{2}$   $s$  و  $s^2$  كان لدينا الشكل التالي، وهو عبارة عن حرتي قطع مكافئ يباظر أحدهما الآخر

إن حصولنا على هذا الرسم يدفعنا إلى الاعتماد دائماً على استطيع بدلاً من تحديد كل نقطة في هذين لمحيتين محددين دقيقاً وبعبارة أخرى، يقول الرياضياتيون إذا عرفنا المساحة لأمية (الأحداثي النسبي) أمكن تحديد الارتفاع (الأحداثي الرئيسي) وتحديد قيمته محدداً بترداد دفعه بقدر ما نريد



نمحص عن قرب معاديين لأبسط، وقد وردت في حمله لسنه فهاذ نعه نوب «إن عرفت مساهه، وماذا نعه نوب» ونحدد بردد دقة عدد ما نريد  $s$  معنى الصاره الأولى هو التالي «إننا نستطيع تقديم الجواب عندما نطرح المسأله، لشيء لدي يعني أنا لا نستطيع تحديد جميع الأخوة قبل ظهور المسأله المطروحه أم لعدره لثابه فهي تدع على  $s$  يي «وحى في هذه الخاله، فإننا لا نستطيع تقديم جواب دقيق دقة مطبقة» فلا نه هب من تحديد اندوه المطبونه، كان نطلب مثلاً جواباً دقيقاً إلى حدود سخره من لألف (أي حولاً سبع دفعه 999 في ألف) وبمكافئ لرياضي ان يحدد هذه هذه عدد قد مركب له النوع اللارم

نعم نلاحظ تغيراته يمكن تحديدها دوماً بكيفية تقريبية بواسطة دوائر بسيطة من هذه النوع (وتسمى الرياضيون دوائر «كثيفة»)، الشيء الذي يعني تقريباً - كما قلنا - أن «الحل» ولكن تأكيد بأن العلاقة التبادلية تمثل فعلاً في هذه الصورة البسيطة، خطوة مستمولوجية حريثة، وربما غير مقبولة.

ومع ذلك، فإن صعوبة لديه الترتيب، في هذا المجال، تمثل في ذلك بعدد هائل من «الإجابات» التي يمكن أن تطبق، نظراً لعدد هائل من القطع التي تشمل عليها جزء متصل بعدد نقط المحصورة مثلاً 0 و 1، كما أن الحد يحد عن النهاية به من الكثرة في سرعة ما لا يكاد يقص منه شيئاً عندما نسرعه مع جمع القطع «تقريباً» وهذا المستمولوجم يوضح هذه المسألة مثلثاً عبي بالذلة.

نظر من جديد إلى جزء مستقيم المحصور من 0 و 1، كما في الشكل وسنحاول التعرف على مجموعة القطع التي تنتمي إليها برزبل مع مجموعات من القطع

نرى من هذا الجزء من المستقيم ثلث الأوساط، أي في ذلك القطع التي تحد هذا ثلث من اليسار أن هذا يعني أن عيب ن سرع مع جمع القطع المحصورة بين  $\frac{1}{2}$  و  $\frac{1}{3}$  (باركين نقطة  $\frac{2}{3}$ )، كما في الشكل أدناه. ولشرح، أيضاً، من كل واحد من الثلث الأخيرين ثلثه الأوسط أي في ذلك القطع التي تحده من اليسار باركين المنطقة التي تحده من اليسار ولعمل نفس الشيء بالنسبة إلى الثاني وهو أربعة أنصاف  $(\frac{4}{9})$ ، وهكذا

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 2 & , & 2 & 7 & 8 \\ 0 & 9 & , & 3 & 4 & 9 \end{array}$$

فقد حاولنا، فعلاً، تكرار هذه العملية، ولو مرات محدودة، فسيكون سديكم سريعاً تطوع دة «م من شيء» مماثلة، سيحدث أن تحصل الضربات فمن عليكم ضربة مقدارها 0.8 سم عن كل درهم في مربيكم، ثم 0.8 عن كل درهم من باقي وهكذا إلى ما لا نهاية له

نحلل الآن هذا المثال، وسنلاحظون بأننا هنا أن نظامكم ذلك لا يعكس الخصائص، لأن ما يعني بعد عمليات برامج الثلث الأوسط حتى ولو تكررت أكثر عدد ممكن من مرات، سيكون عدده عن عدد هائل حد من القطع وسيقال ذلك مستطير إلى التمهيد له بما يلي

أنكم تعرفون أن لأعداد الواسعة من الصغر والوحدة، هي أعداد كسرية أقل من بوحدة واحد عها، عده، بانكسور العشرية  $10^{-1}$ ، مثل 470802 و 0، ولا شك أنكم تعرفون أن هذا لكسر يعني

(٢) من الضروري أن نستحضر تعاريف في هذه الأساس الذي تقوم عليه الكسور العشرية المستعملة، أي أنه على النظام تعري ولعالم لا بد من شرح بلامدة هذا الكسر 470802. أي على الصغر يمثل =

$$\frac{4}{10} + \frac{7}{10^2} + \frac{0}{10^3} + \frac{8}{10^4} + \dots$$

وإذا كنا نحدد العدد عشرياً أساساً متحرّكاً (= النظام العشري)، فليس ذلك سوى حادث عرضي، مرجعه إلى أن ثمة 10 أصابع. سيتعلم الطفل العدد باستعمال أصابعه، وكذلك لشأن بالنسبة إلى شعوب الهندية (مترجم). ويمكننا أن نستعمل أي عدد حر ممكن، مثل 8 أو 12 أو 3، أو 2. فحده أساساً لتحرّك. وإذا فعلنا ذلك، فستحتاج طبيعته، إلى رموز مختلفة (= أرقام) لاستعمالها لتعبر عن جميع الأعداد التي تقودنا من الصفر إلى العدد الذي نختار. اعتبره أساساً متحرّكاً وانصتبع. ومعلوم أننا نحتاج إلى 10 رموز (أرقام) في النظام العشري هي 0، 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9. فإذا استعملنا مثلاً نظاماً آثرياً عشرياً (أساسه عدد 12) فستطرد إلى رموز حرين هما 1، و1. وأما إذا اخترت نظاماً ثنائي (أساسه 8) فستحتاج فقط إلى لأرقام. تسعة الأولى (من 0 إلى 7) أما الرموز 8 و9 فيكونان رائدين عن حرجنا

وسمى هذه الكسور التي لا نحدد لعشره أساساً لها كسوراً عشرية. وما ران بعضها يعمل في بعض الحالات. والكسور لاثنية، أي تلك التي نحدد العدد 2 أساساً لها، مشفرة جداً، خاصة في تزيينها. لقد طلب يوماً من الخياط الذي أنعمنا معه، وهو إنكليزي، أن يحرر عن مصدر أثواب لذي بكفي لصنع سروان فأجاب بإدارة واحدة وثلاثة ثياب  $(\frac{3}{8})$ ، اثني. لدي أدهشي

غير أن لدهشته تروى تماماً عندما نذكر أن الخياط الإنكليزي يعمل بالكسور لاثنية، لا الكسور العشرية. فالمقدّر الذي طلبه مني وهو بإدارة  $\frac{3}{8}$  عبارة عن كسر ثنائي. قيمته 101 وهو يعني

$$1 + \frac{0}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$$

= دار الوحدة وهي فارغة، وعدد 4 يمثل أربعة أجزاء من الوحدة إذ قسمت على عشرة (دار العشرية) والعدد 7 يمثل تسعة أجزاء من وحدة إذ قسمت على مائة (دار المئاة) وهكذا دار الألف وعشرات الألف الخ. والتقدير بالملاحظة أن السطع يوحى به على حين ذلك بعدد الكسري يعني أنه غير محسوب، إذ يكس الأسرارال فيه إلى ما لا نهاية به (مترجم)

(٣) كسور الاثنيتين كسور تعتمد تحرّكها على اثنين ومصاعفها هي بعدد الكسور العشرية التجزئة على عشرة ومصاعفها، وهكذا بدلاً من دار الوحدة ودار العشرية الخ. نعلم في الكسور الاثنينية دار الوحدة، ودار نصف الوحدة ودار نصف نصف الوحدة (في الربع) ودار نصف نصف نصف الوحدة (في الثمن) ومن هنا يتضح أن بإدارة واحدة و معنى 1 في دار الوحدة ولا في دار النصف ولا في دار الربع و في دار الثمن. وما أن أربعة بسوي ثمنين، وإذا انصفناه إلى الثمن الآخر كان لدينا ثلاثة أثان (مترجم)

والطريقة نفسها لتحديد بعض سوان السورصة مع لأسهم وهكذا بدلاً من شفع  
 Shuang و ليس Pentac يستعمل الكسور لاثنييه بحيثيه مثل  $\frac{1}{2}$  شيء لذي يعني  
 110 ج

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{0}{8} + \frac{1}{6}$$

وكي هو واضح من هذين مثالين فرب في كسور الاثنييه لا يستعمل من لأعداد  
 سوى 1 و 2 والسبب في كسر لاثني يكون دوماً هو 0، 1 و 2 ، نعم فهو  
 (مضاعفها)

وإذا عدد الآن في مثالنا السابق ( لخط لذي سرع منه ثلثه لأوسط ثم الثب  
 الأوسط من كل من اثنين لباقيين وهكذا )، وحدد أنفسا في حجة إلى كسور ثلاثة، وهي  
 كسور نحدد بعدد 3 أساسها، ولا يستعمل فيها من لأعداد سوى 1 و 2 فبعدد  
 0.20 في لنظام الكسري لثلاثي بدو

$$\frac{2}{3} + 0 + \frac{1}{27} + \frac{1}{81} +$$

( يذكر هنا أن بشر بالنقط التي يصيغها في حر كسور إلى أن لتحرته رأي  
 لكسر) بحيث أن يسمر هذا للشكل في ما لا نهاية له، كي هو الشأن مثلاً في حذر لربيعي  
 بعدد 2)

بعد الآن في أمثله التي طرحناها أعلاه، وبحاوي العديد لجموعه المقارعة نصريها  
 التي تكون من فقط بي نطل قائمه في جزء المستقيم عد أن سرع منه ثلثه، ثم ثلث الثلث  
 من جهتين، كي أثرنا إلى ديد مثل ( نطر الشكل السابق )، وساء عن ما قلناه بصدد  
 الكسور ثلاثيه، نستطيع الآن أن ندرك، بفعل من لاساء، أن فقط التي استرعاها من  
 جزء مستقيم تدرج تحت النصور فهي على النظام الكسري الثلاثي، أي أنها تشمل على  
 العدد 1، على الأقل مرة واحده ولوقع أن ندرج الثلث الأوسط من جزء المستقيم يكون  
 قد حذف منه جميع لنقط بي يعبر عنها بالأعداد التي تنشأ في النظام الكسري ثلاثي  
 بد 1 و 2 وعند سرع منه، في المرحله الثانيه، الثلث الأوسط من كل من لثلثين باقيين  
 يكون قد حذف منه جميع لنقط التي يعبر عنها بالأعداد التي تنشأ في النظام الكسري  
 ثلاثي إما ب 0، 1 وإما ب 2، 3 وهكذا

ب عدد يعني أن هناك أعداد أخرى تصل قائمه بها جميع الأعداد التي لا تنضم، في  
 لنظام الكسري الثلاثي، على العدد 1، بل يشمل فقط على العددين 1 و 2 مثل  
 0.22006202 (و لنقط موضوعه على عمود الرقم بشر في سطر سبيل هذا الرقم  
 بواسطة ذكر 2)

و واضح أن لأعداد التي يعبر عن لنقط التي تحد تصادير المسترعة سدرج هي لأخرى

صمم لأعداد الناقبة (مثل 0,2، لذي يساوي  $\frac{2}{3}$  و 0.22، لذي يساوي  $\frac{2}{9} = \frac{2}{3} + \frac{2}{9}$ )، وكما قد نرى قبل أن نساوي هذه الأعداد، وبالصيغة إلى هذه، هناك أعداد أخرى كثيرة تصل ناهية مثل لكسر الثلاثي الدوري (0 20) لذي يدل على 0.20202020... وهكذا، لا نهاية له. وبدت سلسلة تكسب كما يلي:

$$\frac{1}{3} + \frac{2}{3^2} + \frac{2}{3^3} + \frac{2}{3^4} + \dots$$

من السهل إيجاد قيمة هذه السلسلة وذلك بضربها في مربع العدد 3 أي في 9. وبذلك يصبح الحد الأول منها ( $\frac{1}{3}$ ) مساوياً لـ  $\frac{8}{3}$  أي 6، في حين نكرر الحدود لنفسه، لنفسه الأصلية معها. ومعنى ذلك أن نهي مرات سلكنا هذه ناوي 6 (عند ضرب  $\frac{2}{3}$  في 9 أصعب في الحقيقة  $\frac{2}{3}$ ، إلى نفسه نهي مرات) (مترجم)، ومن ثم، فإن لقيمة متوالية هي  $\frac{6}{8}$  أو  $\frac{3}{4}$ .

غير أنه إذا ذكرنا أن المقادير التي ندرجها من جزء، المستقيم نكد تشمل جميع العطف محصورة بين 0 و 1 (نظر تكرار عمليه تزداد الثلث لأوسط) فقد إلى لاهتمام بأن المجموعة لناقبة ستكون مجموعة أصغره حد 1. وهذا بالصيغة بصيغة مع وقع مذهش، وهو أن هذه المجموعة الباقية، هي تعني ما من لمعد، لا تقل امتداد (أي كسر) عن المجموعة لأصلية ذلك لأننا نستطيع أن نقيم بين عناصرها وعناصر المجموعة الأصلية علاقه ناظرية (علاقة واحد بواحد)، دون إهمال أي عنصر سواء في هذه المجموعة أو تلك. به شيء مذهش جداً ولا شك أن كثيراً من أنصاره بينهم من يسميهم بـ "المهم"، على الرغم من أني أحتجهم في أن يكون كلامي واضح بعدد الإمكان. فكيف أمكن التوصل إلى هذه نتيجة؟

من السهل عيب الآن، لإخائه عن هذا السؤال. فالمجموعة الناقبة تشمل جميع تكرار لثلاثية الناقبة التي تشمل فقط على 0 و 1. ولشان العام الذي قدمناه سابقاً وهو 22000202 (مع الابه دوماً إلى أن النمط الموجود على بين ارقام بشرى، ستموار العدد من ما لا نهاية له دون أن تشمل إلا على 0 و 2) هو كسر ثلاثي يمكن ربطه، بواسطة علاقة واحد بواحد، بالكسر الاثني لذي 01 000 0. وهو كسر نحصل عنه بالسدال لعدد 2 في كسر لساب بالعدد 1.

وبعكس قيد انظروا من كسر ثنائي، مهم كان، و سدد فيه لعدد 1 بالعدد 2، فبما نحصل على الصيغة لكسرية الثلاثية التي نحدد عدد عناصرها أسماء د المجموعة الناقبة. وبذلك نجمع عناصر المجموعة الأصلية، في جميع الأعداد محصورة بين 1 أو يمكن لعدم عطف بواسطة كسر ثنائي واحد ونحدد بعده، فإن ذلك يعني أن نستطيع إقامة سطر وحيد (علاقته واحد بواحد) يربط بين جميع عناصر مجموعتين.

ونعمه من المعيد يصبح هذا الباعث لو حدي ثامنته أخرى من ذلك أن العدد لاشيبي الذي سنعمه الخطأ في المثال السابق، وهو

$$0.011 = \frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{0}{2} + \frac{3}{8}$$

يؤدي بنا إلى العدد الثلاثي لباظره وهو

$$0.022 = \frac{8}{27} + \frac{2}{27} + \frac{2}{9} + \frac{0}{3}$$

إن هذا يعني أن العدد  $\frac{3}{8}$  المنتمي إلى مجموعة الأصبية قد دخل في علاقه واحد بوحده مع لعدد  $\frac{8}{27}$  منتمي إلى المجموعة الباقية

وبالعكس فإن العدد الثلاثي  $0.20$ ، الذي يدن، كما اشرنا إلى ذلك سابقاً، على لكسر  $\frac{3}{4}$  باظر العدد الاثني  $0.10$  الذي يمثل السلسلة لانهايه لأنه

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$$

فإذا صرفنا هذه السلسلة في مربع العدد 2، أي في 4، حصصاً عن 2 + السلسلة نفسها وبعبارة أخرى فإن هذه السلسلة قد أصبحت نفسها ثلاث مرات كان الناتج هو 2 ومن ثمة فإن السلسلة نفسها ستوي  $\frac{2}{3}$  إن هذا يعني أن العدد  $\frac{3}{4}$  من المجموعة الباقية قد حصل ماظره (أي مرتبط بعلاقه واحد بوحده) مع العدد  $\frac{2}{3}$  من المجموعة الأصلية

إننا نشير الآن بالخصوص والمجموعة الباقية هو أنه على الرغم من أنها لا تشمل على مقدار قابل للقياس، عندئذ، الامداد والانتداع نفسه الذي يمتلكه أي مقدار من مقادير ميد المتصل وبعبارة البعده الرياضية عن هذا بالمول إن هذه المجموعة ما رلت لها «قوة» متصل على الرغم من أنها من حيث القياس مساوي لأشياء

بعد عرصب عليكم هذا المثال حتى تدركوا ان هناك ثب ما حياً في المتصل، وأنه سعي أن لا يدهش كثيراً إذ من عنيما، لاحقا عندما نحاول استعماله نتحدد ظواهر «الطبعة محدداً دقيقاً»

(1) العدد 0.20 يدن على عدد مسلسل يتكرر فيه 0 لا نهاية 0 العدد 20 وكذلك الشكل التالي  
0 العدد 0.10 فهو يدن على تكرار 10 إلى ما لا نهاية له (المترجم)

### ٣ - الرياضيات والمنطق

برتراند راسل

تدأح في ما يلي هذا ما وجدته اسهل يسرح فيه وجهه نظره في علاقه بين الرياضيات والمنطق ارجع  
الفصل ثالث الفقرة ثاله في هذا الكتاب

هذا الفصل الذي ندرجه هنا هو المصنف الخامس والاسم من كتابه مقدمة لمقدمة الرياضيات الذي  
ترجمه د. يعربيه د. محمد مرسي حبه ، القاهرة مؤسسة بحل العرب ، ٩٦٢ هـ وقد تمسكنا ترجمه  
نفسه

وكانت الرياضيات والمنطق تاريخاً نوعين من الدراسة معبرين تمام، فقد ارتبطت  
الرياضيات بالعلم، والمنطق بالنوع اليونانية ولكن كيهما تطور في لأرمنه الحديثه، فأصبح  
المنطق أكثر رياضياً، والرياضيات أكثر منطقية، مما ترتب عليه استحالة وضع حط فاصل بينهما،  
إذ لم يبق من الاثنين شيء واحد، ولخلاف سمها كخلاف بين الصبي والرجل، والمنطق  
شباب الرياضيات، والرياضيات تمثل تطور الرجولة للمنطق هذه الوجهة من النظر يكره  
المطعمه لذين أنهموا عمرهم في دراسة نصوص لقديمه حتى أصبحوا عجزين عن نتج شيء  
من الاستدلال بمرري، كي يكرها لرياضيون الذين يعمرو صفة فيه دون أن يجهرو  
أنفسهم في البحث عن معانيها أو سمومها ومن حسر الخطر كلا يصغير في سبيلهم الآن  
إلى أن يصححوا أندر بعد أصبح من الواضح أن كثير من البحث الرياضي الحديث يقع على  
محيط المنطق، كي أن كثير من المنطق الحديث رمزي وصوري، مما جعل بعلاقة الوثيقة بين  
المنطق والرياضيات حبه نكل طلبت معجم والديس على سطرهم أمر يحدج بقطع إلى  
تفصيل فحين إذ بدأنا من مقدمة قد سلّم كلبا أنها سمي إلى المنطق، وسبب دالاسح  
إلى نتائج من الوضح أنها تسمى إلى الرياضيات، رُت أنه ليس ثمة حط فصل يكرر رسمه،  
بحيث يوضع المنطق على مناله والرياضيات على جسده وقد كان هناك من لا يزالون لا  
يستطيعون استيعاب بين المنطق والرياضيات، فربما يتحد هم أن يبينوا لب عبد أية نقطة في

للعريف والاستصحاب مسانئيه موجوده في «مبادئ الرياضيات»، يعتبر «مسطوح مسطح»  
عنده «رياضيات» منه «مستصح» عندئذ «أي جواب لا بد أن يكون محكم» مما

وفي لأبواب متعده من هذا كتاب بدأت بالأعداد الطبيعية، وعرفت أولاً «والعدد  
أصلي»، وثبت كيف نعلم انصو. عن العدد، ثم حدثنا بعد ذلك بصوراء لدرجته في  
هذا التعريف حتى أتت نفس بحث في أسباب مسطح التي تأتي أولاً في درسه تركيبه  
سبب حبه. أم الأعداد الطبيعية فيرى يصل إليها بعد شوط طويل من الدراسة وهذه  
لدرسه مع أنها أصبحت صورياً من ذلك التي اصططعنا، أصعب بكثير عن العاريء، لأن  
لتصويرات ولقصص انصفيه التي منها بدأ بعينه غير مأثوره سابقه مع الأعداد الطبيعية  
ويجب فيه هذه التطويرات ونقصات تمثل من المعرفه حدوده، خاصه التي لا يزل ما وراءه  
غير معروف، ولا يزال فيه «معرفه» لعالم عنها غير آمن

وقد حارب لعدة على انقول بأن الرياضيات هي علم «الكَم» ولعظه «الكَم» مهمه،  
ويك من أجل ما قبله مسسبب بها لعظه «العدد» والقول بأن الرياضيات هي علم لعدد  
غير صادق من جهتين مختلفتين فمن جهة هناك فروع للرياضيات معترف بها ليس لها شأن  
بالعدد - كاهندسة التي لا تستخدم الاحداثيات أو القياس، مثلاً هندسه الاسقاطية  
ولوصفيه من لعظه التي تدخل عندها لاحداثيات، لا شأن لها بالعدد، ولا حتى بالكيفية  
عني الأكثر ولأصغر (من جهة أخرى عن طريق تعريف الأعداد لأصغر، وعن طريق  
نظرية الاستمرارية والعلاقات لسنه، وعن طريق النظرية لعامة لتسلسلات، وعن طريق  
تعريف بعمليات الحساب، أصبح من الممكن تعميم كثير من حروب على إثباته فقط بصنفته  
بالأعداد ولنتيجة أن ما كان من قبل درسه التوحيد للحساب، أصبح الآن محسباً إلى  
عند من الدراسات منفصله لا واحد منها على صله خاصه بالأعداد إن خصوص الانتدائه  
جداً للأعداد تعني بعلاقات واحد بواحد وانتدائه بين الفصول والجمع يعني بتركيب  
لفصول لتتابعه في ما بينها كل منها شبه منظومه من فصول غير معروف أنها مساعده في  
ما بينها وانصرت بمترح نظرية «الحساب»، أي نوع معين من العلاقات واحد بكثير  
والسأهي بمنزح بالدرسه العامة بعلاقات لسنه التي يشأ عنها كل نظرية الاستمرارية  
لرياضي وخواص لرتقيه بشي أنواع متسلسلات العدد، وعناصر نظرية اتصال الدوال  
وبإثبات الدوال يمكن تعميمها بحيث إنها لم تعد تتطلب تدخل أي خروج أساسي بالأعداد،  
ومن أمادى اخرى في كل امتداد لال صوري أن نعلم في أفضل حد، إذ ذلك يضمن أن  
مكون لعنه معيه من الاستنتاج نتائج أوسع تطبيقاً نحن الآن تعميم الاستدلال في  
حساب، هذا التعميم، بما مع مبدأ مسماً به نسبياً كلياً في الرياضيات ولقد استدعى في  
الواقع هذا التعميم مجموعة من أنظمة سناجيه جديدة ذات فيها الحساب وتوسع في «إن  
وحد، ولكن أي نظام من هذه الأنظمة الاستنتاجية الجديدة - مثل ذلك نظرية الاستصحاب  
يجب أن يدل أنه ينمي إلى «مسطوح» أو إلى الحساب مسألة تحكيمها ونعجز عن تقريرها  
عقيداً



مدى الحاجة هذا السؤال وجهاً لوجه ما هذا الموضوع الذي قد تسمى بعد معرفة إم  
ربطه وإب منطقاً؟ أهناك أية طريقة يمكن بها أن نعرفه؟

هناك خصائص معينة هذا الموضوع واضحة وقد يكون لب لا بحث في هذا  
الموضوع الأشياء الخفية أو الخواص خفية، بل بحث صوري في ما يمكن أن يكون عن أي  
شيء أو أي خاصية أما عن استعداد بلقون بأن وحداً وواحداً ثبات، لا أن سطرط  
وأفلاطون انساب، لأنه في حدود طاقب كمناطه أو ياصيين م يسمع أنه عن سطرط  
وأفلاطون ويعلم أي محل من مثل هذين الشخصين لا يرب عند فيه وحد وواحد انساب  
وليس من مناج له كرياضيين أو مناطه بحث ذكر أي شيء مانا، لأننا إذ نجد ذلك أحياناً  
شيث عريداً، ويس صورياً، وسطح يوصيخ هذا الأمر سطحي ذلك على حالة القياس  
فسطحي التقليدي يقول «كل الناس قانور، وسطرط انساب، ادب سطرط قانور» والآن فمن  
انواصح نادى بي بدء بأن ما نقصد إن اثباته من سوى أن تقدم من يرم عهها نسخة،  
لا أن المتقدمين ولنسجحه صادقه بالفعل وحتى سطحي التقليدي حد فإنه بشر إلى أن لصدى  
الفعل بالمقدم لا مدخله بل منطق وهكدا فإن أول بعير بحث حراؤه على بهاس  
لتقليدي المذكور هو صياغته في الصورة لآيه «إذ كان كل الناس قانور، وكان سطرط  
ينساب، إذ سطرط قانور» وبحث يلاحظ لأن أن المقصود من هذه لصيغة بيان أن هذه  
اللمجة صحيحة بمقتضى صوريتها، لا تقتضي الحدود الخفية الواردة فيها ونو أن حدف  
«سطرط انساب» من مضمون، لكن عندما حجة لاصورية، بما نقده فقط سب أن سطرط  
بالفعل، انساب وفي هذه الحالة لم يكن نسي لب بعيم الحجة ولكن عندما - كما ذكرنا -  
تكون حجة «صورية» فلا شيء يعتمد على الحدود الواردة فيها وهكدا نستطيع أن نصح أ  
بدلاً من «الناس» ب بدلاً من «قانون»، من بدلاً من سطرط، حيث أن ب أي فصلين  
نقداً، من أي فرد ثم نصل إلى هذه نصيغته «مهما يكن القيم بي سأحدف أ، ب، من،  
إذ كانت جميع الألفاظ بباء، وكان من أحد، ادب من أحد ب» بعارة أخرى «دابة  
القضية، إذا كانت جميع الألفاظ بباء، من أحد أ، ادب من أحد ب صادى دائمة» وبذلك  
أحياناً نحصل على قصة في السطح - وهي القصة التي إن نوحى بها فقط النصيغته التقليدية  
عن سطرط والناس والقانور

من النيس أنه إذا كان الاستدلال «الصوري» هو ما نرمي إليه، فنستصل دائماً في المنهج  
إلى صيغ كالمذكورة أعلاه، لا يذكر فيها أشياء أو خواص فعلية وسيحصل ذلك بواسطة مجرد  
المرجع في ألا نصيغ وفيما في إثبات حالة خفية ما يمكن اثباته عموماً وقد يكون من المصحح  
أن نسير في حجة طويلة عن سطرط، ثم بعد ذلك نسير في اللمجة نفسها بالضغط مرة أخرى  
عن أفلاطون إذا كانت حجتنا (مثلاً) نصح على جميع الناس، فستشها في ما نعلق ب «س»  
مع هذا العرص «إذ كان من انساب» وهذا العرص سنحتفظ الحجة بصحتها الشرعية حتى  
عندما لا يكون من إنساناً ولكن لأن سجد أن حجت نصيغ صحيحة إذ كما بدلاً من  
العرص من إنساناً، سطرط أنه فرد أو أوره أو رئيس ورء أن نصيغ إدب وهذا بأن نأخذ  
كمقدمت «س» «ان» من سناحدف «س» أحد، حث أ أي فصل من الأفراد، أو من حيث

أنه ذاته قضية من صنف ما معين وهكذا فإن غياب كل ذكر للأشياء وخواص آخرته في منطق أو الرياضيات المنهجية تسجده ضرورة عن هذه الحقيقة، وهي أن هذه الأخيرة كمن فلت «صورية بحث»

وعند هذه النقطة نجد أنفسنا في مواجهة مشكلة صيغتها أسهل من حلها، والمشكلة هي «ما هي مكونات القضية المنطقية؟» وما كنت لا أعرف لحل فأقترح شرح كيف نشأت المشكلة

جد (مثلاً) قضية «كان سقراط قبل «رمطو» ويبدو هاهنا من لواصف أن عدد علاقته بين حديثين و «مكونات بقصته» (وكذلك لحقه ملاحظة هـ) هي ساطة الحداد وعلاقته، يعني سقراط وأرسطو و«س» (ي أتجاهل الحقيقة من أن سقراط وأرسطو ليس بسيطين، وكذلك الحقيقة من أن الذي يظهر أنه اسمها هو في الواقع وصف موصول ولا وحدة من هذين الخلفين دونه في بحث الخاص) ويمكن أن نحل لصورة عامة مثل هذه القضايا بنوع «س ع ص» الذي قد يقرأ على هذا النحو «س له علاقة ع مع ص» هذه الصورة العامة قد ترد في القضايا المنطقية، ولكن لا يمكن أن نحصل أبداً حالة جزئية منها فهل ب أن نستخرج أن لصورة العامة نفسها من مكونات مثل هذه القضايا منطقية؟

إذا علمت قضية مثل «سقراط قبل أرسطو» كان عدد مكونات معناه وكذلك صورته معناه ولكن بصورة ليست نفسها مكوناً جديداً، إذ لو كانت كذلك لاحتجنا إلى صورة جديدة تضم كلا من هذه لصورة والمكونات الأخرى، ويستطيع في الواقع أن يفلت جميع المكونات في قضية إلى تعبيرات، مع الاحتفاظ بالصورة دون تعبير «هذه ما معناه علمت تستخدم هيئة مثل «س ع ص» ترمز لأنه قضية من نفس معنى من المقصود، وهي تلك التي تلب علاقات بين حديثين ويمكن أن تتغير من أحكام عامة مثل «س ع ص صادق أحياناً»، أي أن هناك حالات يصح فيها العلاقات الشائبة وهذا الحكم سينتهي إلى اسطق (أو الرياضية) بمعنى الذي تستخدم فيه لفظ ونكتة في هذا الحكم لا تذكر أي شيء جزئي أو علاقات جزئية لأنه لا أشباه أو علاقات جزئية يمكن أبداً أن تدخل في قصة من اسطق السحب وكذلك نرى مع «لصور» لحنه ناعراً أب هي وحدها المكونات الممكنة بالقضايا المنطقية

لا أزعج أن أقرر بشكل حاسم أن الصور «س ع ص» - مثال ذلك الصورة «س ع ص» - تدخل بالفعل في القضايا من النوع الذي بحث فيه ومسألة تحديد مثل هذه القضايا صعبة وقد اعتراف معارضة في هذا الحسب وذاك ولا يستطيع البحث في هذه المسألة الآن، ولكننا يمكن أن نسلم كغريب أولى بوجهة نظر القائلة بأن «صورة» هي ما يدخل في القضايا المنطقية كمكوناتها وقد نرى (ومو أن لا نعرف صورياً) ما نعبه بصورة «نقشه على النحو الآتي

«صورة» لعصبه هي تلك التي تبقى فيها دون تعبير عند استبدال كل مكون في بقصة

بغيره

وهكذا فإن «سقراط أسبق من أرسطو» لها العبارة نفسها مثل «ناسيون أعظم من ويعتبر» مع أن كل مكون في العنصرين مختلف

يمكن بذلك أن يصنع كخاصية ضرورية وبكاتب غير كافه في لفصلا انطباعية أو لرياضية أيا يجب أن تكون بحث يمكن الخصوص عنيها من قضية لا شتمل على أي متعدي (أي ليس فيها ألفاظ مثل كل، بعض، أحد، لا، في حرة) بطل كل مكون إلى متعدي، وبحكم بأن استيحه صادقه دائي أو أحياناً، أو أنها صادقة دائي بالنسبة إلى بعض متعدي، ومن أنسخه صادقه أحياناً بالنسبة إلى بعض المتعديت الأخرى وطريقه أخرى لتعدي شيء نفسه هي القول بأن منطق (أو الرياضه) يعنى فقط بانصور، وأنه يعنى أيا فقط بالطريقه التي يمر فيها أيا صادقه دائي أو أحياناً مع جميع لتعديل بين «دائمي» و«أحياناً» ثم يمكن حصوله

وهناك في كل لغة بعض ألفاظ وظفها الوحده بان لصوره وهذه «الألفاظ بوجه عام أشع في الألعاب التي صرفها قل حد مثلاً «سقراط هو إنساني» «Socrates is human»، ونقطه «هو» هاهنا ليست من مكونات لفصلا ولكن تشر فقط إلى صوره الموضوع ونحسب ونمثل في الفصلا «سقراط هو is» أسبق من than أرسطو «هو is» ومن than، عما تشر فقط إلى لصوره «انفصليه هي عين «انفصليه مثل «سقراط يسبق أرسطو» حيث حثت بانك الألفاظ ولصوره مبنه بشكل حر والصورة كقاعدة يمكن للإشارة إليها بطريقه أخرى خلاف الألفاظ المحصصه، لأن ترتب الألفاظ يمكن أن يصنع معظم ما هو مطلوب ولكن هذا أسهل لا سعي أن نجعله أكثر من صاقته مثال ذلك، من الصعب أن نرى كيف يمكن بطريقه مناسبة التعبير عن الصور الجزيئيه molecular من فصايا أي التي سبها «حروب صدق» دون أياه ففعله على الاعتلاق بعد رأينا في «الناب لربح عشر أن لفظاً، أو مرمر وحاداً يكفي هذا العرض، يعنى لفظاً أو مرمرأ يعبر عن عدم الاتفاق ولكن حتى نمر لفظ واحد لا بد أن نجد أنفس في مواجهه صعوبات ومع ذلك فليست هذه هي النقطة اهمه بالنسبه إلى عرضنا لخاصه المهم بالنسبه إليت ملاحظه أن الصوره قد تكون موضع عنايتنا الوحيد في نصيه عامه حتى عدم لا يدور أي لفظ أو مرمر في ثلث الفصلا على الصوره وإذا رعب في الكلام عن لصوره نفسها، فلا بد أن يكون عندنا لفظ هـ ولكن إذا شئت أن نكلم كما هو الحال في «رياضيات عن جميع انقصا لبي هـ صوره، فسنجد عادة أنه لا عني عن لفظ للصورة، والأرجح نظراً أن لفظ لا عني عنه أحد

وإذا عرضنا - كما أعيد أنه قد نحسب سا - أن صور بقضايا يمكن أن تمثلها صور لفصايا لتي تعبر فيها بغير أية نقطه خاصه عن لصور، فنصل إلى لغة فيها كل شيء صوري سمي إلى الصورت لا إلى المعجم اللفظي وفي مثل هذه اللغة يمكن أن نمر عن جميع قضايا رياضيه حتى لم نعرف لفظه وحده من اللغة ولو بدعب لعمه منطق الرياضه يمكن أن كانت هي مثل هذه اللغة كان سعي أن يكون عندنا رموز بدلاً من اختصار، مثل «س»، «خ»، «ص» مرتب بطرق شتى وطريقه ترتيب تبين أن شيئاً قد فيس إنه صادق

على جميع أو بعض قيم المتغيرات. وسواء في حجة إلى معرفة أنه نقاط لها إلى أن نجاح إنهم  
هبط في إعطاء قيم محتملة، وهذه مهمة الرياضي الحقيقي، لا رياضي أو المنطقي  
الحب. ومن جدي سيات القصة أنه قد أعطى بعد مائة أمكن شخص يعرف لصرف  
دول أن يعرف لفظة واحدة من معجم تقرير مثل هذه القصة في مثل هذه ندعة

لأنه مع هذا كله هناك أنماط تعبر عن بصورة مثل «هو» و«من» و«كان»، وفي كل  
مرته تتدعت حتى الآن للمنطق الرياضي يوجد رموز لها معنى صورته ذاته وقد تأخذ  
مثل رمز عدم الاتفاق بلدي سخدم في ب، دوال تصدق فمثل هذه الألفاظ ورموز  
قد ترد في المنطق، وعندئذ توجه هذا السؤال كيف يعرفها؟

مثل هذه الألفاظ ورموز تعبر عن يسمى «الثوابت المنطقية» وقد يعرف لثوابت  
انطقية بالاصط كعريف الصور لواقع أنها في جوهرها الشيء نفسه والثوابت المنطقية هو  
ذلك الذي يعبر عن عدداً من التقصيد أنه وحده منها يمكن أن يسح من أنه واحدة أخرى  
تستند بحدود حداهم بالأخرى مثال ذلك «ديديوت أعظم من ولعتوب» نتج من «سقراط  
أسق من أرسطو» باستناد دانيوت سقراط وللعون أرسطو وأعظم بأسق ويمكن  
احصول على بعض التقصيد بهذه الطريقة من النموذج الأصلي «سقراط أسق من أرسطو»  
وبعضها لا يمكن الحصول عليه ولي نكسر لخصوب عديده هي لي على الضرورة  
«سح من» أي تعبر عن علاقات ثنائية فحس لا يستطيع يحصل من النموذج السابق  
تستند حد بعد، على قصبات مثل «سقراط يساق» أو «أعطى لأثينيون اسم سقراط»  
لأن التقصيد الأولى من صورة موضوع ومحمول، والثانية تعبر عن علاقة ثلاثية حدود وإذا  
وجد أن يكون عدداً إلى أنماط في بعض المنطقية لحنه، فلا بد أن يكون بحيث تعبر عن  
«ثوابت منطقية»، والثوابت منطقية إما ستكون ذاتية - وما مشتقة من - ما يعبر مجموعة من  
التقصيد بشق بعضها من بعضها الآخر بالطريقة المذكورة باستدل حد واحد وهذا الذي  
يعبر هو ما يسمى «صورة»

وبهذا المعنى جميع «الثوابت» التي ترد في الرياضه لحنه ثوابت منطقية فالعدد مثلاً  
مشتق من قصبات من الصورة «هناك حد بحيث أن  $\phi$  من يكون صادقه عدداً، وعدم فقط،  
لكون من هي حد، وهذه دانه لـ  $\phi$  وتسح قصبات مختلفة شيء من إعطاء قيم مختلفة وقد  
يحد (مع حذف اسم خطوات متوسطة بسبب داخله في عرص الحاصر) الدله المذكوره لـ  $\phi$   
عل أنها المقصود من قولنا «الفصل الذي تحدده  $\phi$  فصل وحدة» أو «الفصل الذي تحدده  $\phi$   
عصو في أ (من حيث أن أ فصل فصول)» وهذه طريقة، لغصب التي يرد فيها أن نكتب  
معنى مشتقاً من صورة منطقية ذاته معية وسرى أن الأمر وحد نالسه إلى جميع الثوابت  
رياضية فكيفها ثوابت منطقية أو اختصارات ومرته يعرف استحداثها الكامل في سياق  
صحيح بواسطة ثوابت منطقية

ولكن مع أن كل لغصب منطقية (أو الرياضية) يمكن لتعبر عنها كليه بحدود لثوابت

المطبعة مأخوذة مع متغيرات، فلسس مجال العكس. ن كل الفصا لي يمكن تصور عنها  
هذه لطريقه منطقية وقد وحدنا حتى الآن معيار ضروري، ولكنه ليس كافياً لفحص  
الرياضية، فقد عرفنا فيه الكيفية خاصية «الأفكار» الأولية بحدود يمكن بها تعريف جميع  
الأفكار الرياضية، ولكن ليس خاصية «العصاة» لأولية التي يمكن منها مسح كل فصا  
الرياضية وهذه مسألة أكثر صعوبة من يسر حتى لا نعرفه حو بها كاملاً

ويمكن أن يأخذ بنسبه اللاهائية كمثال لفصيه، ولو أنها يمكن صياغتها بحدود منطقية،  
إلا أنه لا يمكن حكم عليها بالمنطق أنها صادقة. ن كل فصا المنطق هي خاصية جوب  
انعاده بالمنطق عنها تصور أنها تحببه، أو ن مافصاها مافصه ذاتها وضع ذلك فهذا  
انضرب من القول ليس مرضياً أن قانون التناقض إنما هو فقط أحد قوانين فصا المنطق  
وليس فيه صداره خاصية وانبرهان على أن مافص فصيه ما متناقض بدنه، أشبه أن نحتاج  
إلى قوانين أخرى للاستدلال على جانب قانون التناقض وعلى الرغم من ذلك فإن خاصية  
الفصا المنطقية التي تبحث عنها، هي تلك التي شعر بها وقصد إلى تعريفها، أولئك الذين  
قالوا أنها تشمل على قول الاستدلال من قانون التناقض هذه الخاصية التي قد نسميها مؤلفاً  
«لعمد» من لو صح أنها لا تنتمي إلى القول بأن عدد الأفراد في العالم ن، فهي يمكن أن عدد ن  
ولولا بعدد الأضاف لكان من الممكن أن نشت منطقياً وجود فصول هـ ن من الحدود حيث ن  
أي عدد صحيح مساو، أو حتى وجود فصول هـ N من حدود ولكن نظراً إلى وجود  
الأضاف فإن مثل هذه البراهين، كما رأينا في الباب الثالث عشر، خاطئة، وبدلت بترك على  
املاحطة الحربية لتحرير ما إذا كان في العالم من الأفراد ما بلغ عدده ن ومن العوام  
يمكننا بمعنى لبيترى هناك عوالم هـ واحد، اثنان، ثلاثة أفراد ولا يجوز أن يوجد  
حتى أية ضرورة منطقية هـ على الأقل فرد واحد، لأنه في الواقع يعتمد على نظره خاصته على  
بوجود، أي أنه يعيش في النحيف من أن بوجود إنما يمكن اثنان فقط على شيء موصوف لا  
على شيء مسمى، بحيث يصبح مما لا معنى له الاستدلال من «هـ هو كـ وكـ» و«كـ  
وكـ موجود» إلى «هـ موجود»

فإذا كان الأمر كذلك، فلا يمكن لبدأ منطقي أن يعبر «الوجود» لا قطعاً بمرس، أي  
لا لبدأ يمكن أن يكون على الصورة «هـ القصية كـ وكـ صادقة حياً» ولقصياً من  
هذه الصورة عندما يرد في منطق سترد كـ ووصي أو نتائج لمر ووص لا كـ قصياً بمرره كما  
أن فصا المنطق بمرره الكماله يكون حيث نـ أن د له فصه ما صادقه دائماً  
مثال ذلك من لصادق دائماً أنه إذا كان في سترم ث، وك سترم ل دـ في سترم ن، أو  
أنه إذا كان جميع لألفا بـاءات، من أحد أ، إذن من أحد بـ مثل هذه الفصا قد  
نخص في منطق، وصادقه مستقل من وجود، بعدم نستطيع إذن أن نصح به بمرص عدم  
وجود أي عالم، فإن «جميع» الفصا لعامة سكون صادقه، لأن مافص القصية العامة (كـ

(١) الفصا الأولية في كتاب مبادئ الرياضيات في حيث تسمح بالاستدلال بوجود على الأقل فرد  
واحد موجود، ولكني لا أرى هذا عيب في منطق المنطقي

رأى في الباب الخامس عشر أنها قضية تثب الوجود، فتكون بذلك دائيةً ماطلة إذا لم يوجد أي عدم

القضايا المنطقية هي بحيث يمكن معرفتها أولياً دون دراسة لعدم الواسع فهي إما معروفة من درسه النواتج التجريبية أو سخرط إسك ذلك يعرف صحة القياس في صورته المجردة (أي عندما تصاع في حدود من متغيرات) دون حاجة إلى رجوع إلى التجربة وهذه خاصية لا للقضايا المنطقية في ذاتها بل في الطريقة التي بها يعرفها وهذه الخاصية لها مع ذلك أثر في السؤال عن طبيعته انحصارياً ما عني أن يكون، ما دام هناك بعض أنواع من انحصارياً من الصعب حد الإفراط من أن يعرفها عبر تجرته

من الش أن تعريف المسطق أو رياضيته يجب المساهمة بمحاوله اعطاه تعريف حديد للمفهوم القديم عن انحصار «المنطقية»، مع أن لا يستطيع أن يعر يعرف انحصار منطقية على أنها تلك التي تربط على قيسون التناقض مستقيم، ويجب أن يستمر على تقديم تلك فصل من انحصاراً تحفة تمام عن ذلك التي تحصل معرفتها تجريبياً، وهذا انحصار التي اتفق مند فاس على سميتها بالدع وهذا انحصار مألوفة مع الواقع من أن انحصاراً يمكن التعبير عنها تماماً بحدود من متغيرات وثوابت منطقية (وذلك منطقية شيء يعي ثبات في قضية حتى عرفت تعبر جميع مكوناتها) سمعنى تعريف المسطق أو الرياضياتية سحره وسبب انبزي إلى هذه اللحظة كيف أعرف دعوى قد يكون من سهل تقديم تعريف قد يلوح مريضاً بعض الوقت، ولكن لا أعرف أي تعريف أشعر أنه مؤمن على برغم من شعوري تماماً بأنه انحصار التي محتاج إليها لتعريف عند هذه النقطة قد يقع مؤلفنا حدود المعرفة في رجب إلى بوراء ذهبن إلى الأسس المنطقية رياضيات

بعنا لأن سديه خلاصه مقدمته عن لعلمة رياضيات ومن يستحيل أن نقل فعلاً كاملاً لأفكار المتعلقة بهذا الموضوع طبعاً يمنع من استخدام الرموز المنطقية ولما كانت اللغة العادية تخضع من ألقاط تعبر تعبر طبعاً بالوسط عماً لربك التعبير عنه، فمن الضروري ما دون تتمسك باللغة العادية أن تخرج بالألقاط إلى معاني غير مألوفة، وتقديرى متأكد بعد فترة من الوقت أن لم يكن من متده الأمر أنه سرحع إلى جميع معاني مألوفة على الألقاط، ففعل بذلك إلى مفاهيم خاطئة على مقصد فوه وفصلاً عن ذلك، فإن سحره وانصرف مصلا إلى أقصى حد وهذه هي الخال مثلاً في ما يخص بالأعداد، ففوساً «رجال عشرة» هي بحوراً من نفس صورته «رجال بعض»، حتى نقد يعطى أن «عشرة» صفة قد نصف رجال وهذه هي الخال حيث تدحيت دول انحصار ووجه خاص في ما يتعلق بانحود والأوصاف ولأن لغة مصطلح، ولأنها مهمة، وغير مصطلح عند تطبيقها على منطق (ولم يكن لغة مقصد إلى ذلك بل) في الرمزنة منطقية ضرورية على الإطلاق لأن معارحه

٢، هذه البع في تعريف الرياضياتية بهي ربيها نميني الساد الواسع وسجشي الذي كان بحث هذه مسكنه، وسبب أدني من حلها وحتى أن كان لا يزال على قيد الحياة

مبسوطة كاهلة لموضوعنا أم أوبشت امرء لدين برعون في الممكن من تحصيلى ماديء  
لرياضيات، فلن يرهو، في ما أرحو، لاشعاع سيسكن من الزمور، وهو اشعاع في التوافع  
أقل مما يظن. ولما كن العرض السريع المذكور قد بينَ بما لا ريب أنه أتم مشكلات كثرة  
لم نحل بعد في هذا الموضوع، واما محتاج إلى اجراء لكثير من البحث، فلو انتهى أي طالب  
من فراءة هذا الكتاب إلى دراسته حديه لمعطى الرياضي، لا حرم أن يكون الكتاب قد حقق  
لعرض الرئيسي الذي من أجله نُفِذ.

## ٤ - الحدس والمنطق في الرياضيات<sup>(١)</sup>

اسرّب في الفصل الثالث من هذا الكتاب إلى ذلك القماش الذي اختلج في أوائل هذا القرن بين رياضيين عامة، وفلاسفة الرياضيات خاصة، حول مشكلة الأسس، وقلنا أن الفاش كان ينور نصفه حده به بر صحتات السرعة الخطفية وصحتات السرعة الهندسية. وقد كان عن راس سرعة الأولى الفيلسوف البريطاني برتراند راسل، بينما كان بونكاريه أحد أقطاب سرعة الثانية. وفي هذا النص يشرح بونكاريه رأيه في موضوع كان وما يزال موضوع نقاش ذو كل من الحدس والمنطق في الرياضيات. إنه نوع من التحليل التكويني، لا يحد ولا يندع في رياضيات. وكل هو واضح من خلال النص فإن بونكاريه يبي تحفيله لدور كل من حدس والمنطق في التفكير الرياضي على أساس المعارضة بين الفكر التحليلي (منطقي) والفكر الهندسي (حدسي). لأور تحليل واشي بونكاريه في الأول، وفي الثاني اندع وبونكاريه حدس مصدر لخصوبه، وبسط أداة عرهاد ومقدر بغيرين.

### - ١ -

ومن استحليل دراسة أعمال لرياضيين الكبار، من وحي لصغر مهم، دون أن نلاحظ براء وجود اتجاهين معارضين، أو على الأصح، دون أن يميز بين نوعين من الفكر يحتمل تمام الاختلاف من الرياضيين من يسائر اسطق بافتيهمهم، أو يثث اندين شعور، عند قرأه كتبهم، أنهم لا يقدمون إلا خطوة بعد خطوة، سالكن مهبج فونان Vaubian<sup>(٢)</sup> الذي كان يحرص أشد الحرص على أن لا يترك أي شيء لتصادفة عندما نكون بصدد اقتحام قلعه من لصلاع محصنة. ومهم من يبحون أنفسهم حرية الانساق مع الحدس، فيوصلون، لأول وهلة، إلى اكتشافات سريعة، قد تكون أحياناً غير باصحة، مثبهم مثل الفرنسيان الشجعان اندين يشككون رواد الخش وطلاتعه لأولى

(١) Henri Poincaré, *La Valeur de la science*, préface de Louis Vautier, science de la nature (Paris Flammarion 1970), chap. «Science» pp 27-40.

(٢) مهندس عسكري فرنسي (١٦٣٣ - ١٧٠٧) معروف بخططة محصنه لاقتحام أو تحصيل الصلاع.

ويضرب في مثل في الخرص عو اسم خطوة خطوة سبب ورحكم (ترجم).



وبين هذا الاختلاف بين تعريفين راجع إلى إمانته التي يشعرون بها، فمبست هذه هي التي تعرض عندهم هذه الطريقة وثلاث فهي لرغم من أنها تعوق، عادت، عن رحلت التعريف الأول، بهم تحييتيون Analysts، وعن أصحاب التعريف الثاني بهم هندسيون Geomètres، فإن هذا لا يمنع ذوي السرعة تحليلية من أن يظنوا تحييت حتى عندما يشعرون بالهدسه، ولا ذوي السرعة هندسية من أن يظنوا هندسين حتى عندما يشعرون بالتحليل المحض. ب طبعه فكرهم، نفسهم، هي التي تجعل منهم مصممين أو هندسين، وهم لا يستطيعون الخروج عنها عندما يدخلون موضوعاً جديداً.

وأخيراً، سبب التعريف هي التي تمت فيهم أحد هذين هذين وقامت مثل الآخر والإسناد يكون دهاصب بالهضرة لا بالأكساب، ويظهر أنه يقول كذلك إن هندسية وهي كليب.

ب هذين النوعين من الفكر ضروري أن نص هذه العلم (الرياضي) لقد أحرر المصنفون أشياء كثيرة يعجز الهندسيون عن إلتباس تحييتهم، وأحرر الهندسيون كذلك أشياء كثيرة لا يستطيع المصنفون لاصطلاحها فمن يستطيع لادعاء أنه يفصل لو أن وليرستراس Weierstrass م يكس شت، أو أن ريمان Riemann م يكن موجوداً؟، م يكن من التحليل ولم يكس دوره المشروع ومن المفيد أن ندرس عن قرب نص كل منهما في تدريج العلم (الرياضي).

## - ٢ -

إنه شيء مذهل أن نلاحظ، عندما نقرأ من حدود مؤلفات القدماء، ما غلب إلى نصيغهم حيث ضمن الهندسين ومع ذلك فإن هذه الدهشة لا نمر من سوافع شيت، فانطبعة هي نفسها دوماً، ومن غير المحتمل أن تكون قد بدأت، في هذا العصر، في خلق أذهان صديقه المطلق.

ولو أننا نستطيع وضع أنفسنا دحل نيار الأفكار لسأله في عصر «هندسه»، لاكتشف أن كثيرين من هؤلاء الهندسيين انشيوخ كانوا ذوي ميول تحييتية فأوقليدس مثلاً شيت صرحاً علمياً م يكن معاصروه يستطيعون أن يكتشفوا فيه أية نعره أو أي خطأ (مطفي) وإذا تناول نحن اليوم هذا الصرح لأوقليدس «نصحم»، فإننا نستطيع أن نرس فيه عمل رجل من رجال المطلق، على الرغم من أن كل لغة من سأنه إنما ترجع في وجوده إلى الهندس.

ليس الأذهان هي التي نعر، بل إن الذي نعر هو الأفكار إن لأذهان هندسه ظن هي هي، ولكن قرء، بتأثيرها الحق في ظن مراد من «الترام من جدها»

(٣) ياصي لاي (١٩١٥ - ١٨٩٧) مشهور بكيفية حاضه نظريه حر حر، فهو «تحيتي» أما مان فهو معروف بهندسه بلاوقليدس وهو هندسي، ترجم.

في سبب هذا التطور؟

سواءً كان من من الصعب اكتشافه في حدس لا يستطيع أن يحجب الضرر من  
وإنما، بل لا يستطيع أن يحدد حتى تاريخه. وهذا شيء ملاحظه أكثر فأكثر  
لعدم بعض الأمانة. بل يعرف أن هناك دواءً منصفه لا مشعشع هو، وبنك فصبه  
وصها غيب مطلق، ولا شيء، أسد منها وقع على حدس لم يكن دواءً بقوسون. ومن  
منجي أن لكل دواء منصفه مسر، لا لكل منجي منصفه

فكيف يمكن الحدس أن يحدد في هذه الدرجة؟ أن هذا يرجع إلى أنه عندما نحاول  
نصور منجي لا يستطيع مثله إلا كشيء به قدر من لسمك أو شحاشه، كما أن مثلي لا  
يستطيع مثلي مستقيم إلا سحبه على شكل شريط أو خط مد على سحاشه واحده، ويتصور  
على عرض ما. بل يعرف حدس أن منجي واستقيم لا عرض ولا عمق هي، ونحن نحده  
في صورهم، وفي أكثر فأكثر، فمعيهم هكذا من الحد لأقصى في درجة لإسناد  
به، ولكن دون أن يسلحه سحاشه

وهكذا نصح أب يستطيع دواءً تصور شريطين (أو حيطين) رقيقين جداً، أحدهم  
سليم ولاخر منحن، شريطين يقرب أحدهم من الآخر اقرب ما سيده، ولكن دون أن  
تقاطعا، الشيء الذي يدفعنا، إذ لم يكن ممسكين بانصرامة المنصفه، إلى استنتاج أن  
هناك دواءً مناسب للمسحوق

وإذن الحدس لا يحدد تاريخه، وبددت كان لا بد من التطور

فلنظر الآن إلى التكمية التي حصل بها هذا التطور

لم يكن من الصعب إدراك أن الاستدلال لا يمكن أن ينصف بانصرامة المنطقية، ما لم  
يكن المعاريف منصفه بها أولاً. لقد طلت موضوعات الرياضيه في معظمها، ومدة طويلة  
غير معرفه تعريف دقيقاً. لقد كان يعتمد بها معروفة، لكن كان تصورنا خوس والمجمله  
ونكتها في حبيب لم تكن يدرك إلا بصورة عامه مشوشه، صورة لا تسمح بالدفه اللامعة التي  
تجعلها صالحة لتكون أساساً للاستدلال

ففي هذه النقطة بالذات بدأ شاطئه يوجهون معاولهم

وهكذا تم معالجة العدد الأصم (= غير القابل للقياس) فحصلت نكتة معكرو  
لعمامة التي بعدها لم الحدس عن الانصب، إلى منظومه معمله من المتباينات Inégautes  
أبها عن الأعداد الصحيحة. ومن هنا تم العمل هاتين عن بصوغات التي يطرحتها تصور  
الحد لأقصى في التسلسل اللانهائي، أو لتعامل مع المتباينات في لصغر، وم بين في  
(التحدين) اليوم غير لأعداد الصحيحة أو المنظومات الهائيه و الهائيه للأعداد الصحيحة،  
تلك منظومات التي يربط بعضها ببعض بواسطة شبكة من علاقات التساوي، لتساوي  
(= عدم تساوي)

بعد ثم، كم هيل، بحسب لردايات

ويكن من نهج التطور<sup>٢</sup> هل بعد "خير" لصره لمطيقه؟ به سو - يصرح نفسه

قد كان دأب يعتقدون خلال كل مرحلة من مراحل التطور، بهم تبعوه فعلا  
وردا كانوا قد أحفظوا، فلا يكون محطتين، نحن اليوم، يد اعتقد مثل اعتقادهم؟

نحن نعتقد به بعد يستعمل الخدس في استدلالاات والفلاسفة يرددون عيب  
قائمين به مجرد وهم، ان بعض حصص لا يمكن ان ينتج سوى عبارات تكريريه من  
تخصص خاص Tautology، به لا يستطيع ان يقدم حجة، لا يستطيع بمفرده ان يبي  
علم

ان هؤلاء لفلاسفة يحضون من بعض بوجوه فلسفيه حسب أو هندسه أو أي علم  
اخر، مهي كان، لا بد من شيء اخر غير منطق المحض وهذا الشيء لآخر لا يستطيع  
لنعم عنه بكلمه أخرى عبر كلمه خدس ويكن به أكثر معاني محصه لي ختمه وره  
هذه الكلمه؟ يعارب بين هذه "الذهنيات" لأ مع

١ - تعدادات المتساويين لثالث متساويين

٢ - إذا كانت طرفه ب صحيحه بالنسبة إلى بعدد ا ورد طرفه على أ ب صحيحه  
بالنسبة إلى ب + ج مع فراض أ ب صحيحه بالنسبة إلى ب، فربما سيكون صحيحه بالنسبة  
إلى جميع لأعداد صحيحه

٣ - إذا كانت نقطه ا ب موجوده على مستقيم واقع بين "أ" و"ب"، وكانت نقطه ا ب  
واقع بين "أ" و"ج" في مستقيم نفسه، فإن نقطه ا ب تقع حتى بين "أ" و"ب"

٤ - من نقطه خارج مستقيم لا يمكن أن يرسم سوى مواز واحد لهذا المستقيم

جمع هذه "الذهنيات الأربع من عمل خدس ومع ذلك فإن نهجيه الأولى نعم عن  
مضمون إحدى قواعد منطق التصوري "أف" الثالثه وهي حكم تركيبي قلمي حقيقي، وهو  
بشكل أساس لاستقراء الرياضي انصرم هذا في حين أن الذهنيه لثالثه نصفي لاسعانه  
بالحجه، كما أن الرابعه هي عباره عن تعريف مقع

وهكذا يتضح انه ليس من اللازم أن يكون الخدس ذاتي دوماً على شهادته الخواص،  
فأخو من سرعان ما نخرج فخر لا يستطيع مثلاً أن يتمثل في أدهاننا مصلعاً تشمل على مث  
صنع، ومع ذلك فبب نعلم بالادالات توسعه الخدس على التصنع على العموم، بما فيه  
المصنع الشامل عن مث صنع، ولدي نظر إليه كخاله خاصه من حالات التصنع

نكم على علم به كان مقصده بوسوي Poncelet من مبدأ لاتصال؛ كان يقول ان

٢) علم رياضي فرنسي ١٨٨٨ - ١٨٦٧، مشهور باكتشافاته بمعجلات التي سمر بالهوه هائيه  
(المترجم)

ما هو صحيح بالنسبة إلى كمية واقعية يجب أن يكون صحيح كذلك منسبه إلى كمية  
مخيّنة وما هو صحيح بالنسبة إلى قطع مكافئ ذي معايب asymptotes واقعية، يجب  
أن يكون صحيحاً كذلك بالنسبة إلى قطع ناقص ذي مقدار ثابت خاصة لقد كان بوسني أحد  
أولئك الذين اعتنوا بمفهوم حدسية كبره خلال هذا القرن، وكان يعرف به كذلك، معتبراً بل  
مفحراً بهذه الموهبة حدسية، نظراً إلى هذا الاتصال هذا كأكثر تصوراته جراً، ومع ذلك لم  
يكن هذا مبدأ يقوم على شهادته خوس، بل أن تشبيهه بقطع المنكفيء بمفهوم لمفهوم عمل  
يكذب شهادته لخوس لقد كان ذلك نوعاً من التعميم السريع الصادر عن العريضة، لا عن  
حس، وليس في بيبي اندفاع هذا عن مثل هذا بين التعميمي

وربما، فمن أمام أنواع عديدة من حدس هناك أولاً، الحدس اندي يعتمد  
خوس والمحيلة، وهناك ثانياً، تعميم بالامتراء المسسح من طرق البحث في العلوم  
بحريته وأخيراً، هناك حدس لعدد المحصر الذي يرجع إليه التدييه الثانيه التي ذكرتها  
فل قبل، والذي يمكن أن ينأس عليه الاستدلال الرباضي الخفي

نعم، لا يمكن سوع لأول ولا لنوع الثاني أن يمدد باليقين، ولقد أوضح ذلك  
أعلاه بواسطة مثله ولكن من يستطيع أن يشك بحد في النوع الثالث؟ من يستطيع أن  
يشك في الحساب؟ هذا في وقت لا يجد فيه شغل نعم انشغل العالم اليوم، إذ  
تتصف أبحاثه بالصرامة، سوى اختيار واحد، إما التجزؤ إلى بقياس المنطقي Syllogisme  
ورما لا يعتمد على حدس العدد محض، الحدس الذي لا يمكن أن يغزو بل لقد أصبح من  
المتكّن انقوب ليوم إلى الصرامة، تضعفه قد سمّ بلوغها

هناك اعتراض آخر يدي به الفلاسفه في هذا الصدد، يقولون لا، ما تكسبونه على  
مسوى الصرامة المنطقية، تخسرونه على مسوى الموضوعية، إنكم لا تستطيعون الاربع إلى  
مشكم لأعلى منطقي إلا إذا قطعتم الربوط التي تربطكم بالواقع ثم هو عنكم، ولكنه  
لا يستطيع أن يظل كذلك إلا إذا بقي مسحون في قصر من لعاج وحرم على نفسه كل انصراف  
بالعالم الخارجي هذا في حين أنه لا بد من مسطرة هذا فصر إذا هو راد أن يكون له  
نقطة يقيس

عندما أراد أن يبرهن مثلاً على خاصية ما ينصف بها موضوع معين يراعى في أن  
مفهومه لا يفل التعريف لأنه حدسي، أحدي أفضل أول الأمر أو كنهى منه هبة عليه على  
وجه التقريب ثم سحجمع هو ي وأتمكن من تعريفه بعرف دقيق، ومن ثمة أستطيع أن  
أنسب إليه ذلك الخاصية بشكل برهاني لا محال ليطعن به

٥) لفظ محاصر بمعنى هو الخط الذي يرداد منه ن من أن يلامس (لا عن بعد) لا يهيه له

وهذا يعبر عن، بفلسفته المثالية، و«وماذا بعد؟» على مع ذلك أن نذهب عن أن هذا الموضوع الذي عرفتموه ندفعه هو موضوع نفسه الذي كشف لكم مخدس عنه، أو أن هذا الموضوع لو بقي مشحوناً الذي نعرفون منه على فكرتكم الخدس مباشرة، يستحيل فعلاً لتعريفكم الخدس، انكم، في هذه الحالة فقط، تستطيعون أن تؤكدوا أن هذا الموضوع ينصف بالخاصية معينة المذكورة وهكذا فاسم لم نعلم في الخدس إلا على تحويل الصعوبة إلى وجهة أخرى.

هذا لا يعبر عن غير صحيح، من حيث أن نحول الصعوبة إلى وجهة أخرى، بل جراًنا هذه الصعوبة أن أسأله نألف في موقع من خصائص الخدس لم نعلم بالتمييز بينها بالتيء من ندع الخدس لأول حقيقة رياضية، وهي الآن تتوفر على بصرامه منطقية لطوبه أما انشابه فهي حقيقة تجريبية و سحرية هي التي من شأنها وحدها أن تفصل بين إد كان موضوع ما و فية مشحوناً صحيح أو لا يستحق تعريف ما من التعريف المتحده ان هذه الصعوبة الثانية غير مرتبطة عليها رياضية، وهي لا تفصل مثل هذا براهان، ولكنها في هذا ليست أقل من الفوضى الحزبية، فربما انعدام تمييزية وانطباعه «نه من غير الحصول أن مطالبنا أكثر من مطالب نه قوانين هذه العلوم

وإذ، فلا يشكل هذا تمييزاً كثيراً؟ التمييز بين أشياء كما نحفظ بينها عن خطأ، ولكنه صوبه؟

هل يعني هذا أنه ليس هناك ما يمكن أخذه بحس الاعتبار في هذا لا اعتراض الذي بصدده الفلاسفة؟ ليس هذا هو ما أردت الوصول إليه بل لعلم الرياضي نحوه يستمر على عدم يوحى الصرامه، منطقية، يندس مظهراً صطناعياً منهشاً لجميع، نه على أصوه انتزاعية، ان يرى فيه كيف يمكن أن يحل المشاكل، ولكن لا نتبين فيه كيف، وبماذا تطرح هذه المشاكل؟

ان هذا يدل على أن الخلق لا يكفي، وأن عدم البرهان ليس كل العدم، وأن الخدس يجب أن يحتفظ بدوره حكماً، بل في أميل إلى القول بأن الخدس هو لثقل الذي يحفظ النور، أو أنه الذي يفسد لسم، نه بذلك نأسيه إلى انطق

لقد سبق لي أن أكدت على إمكانية التي يجب أن يحتفظ بها الخدس في مجال تعليم الرياضيات بدون الخدس لا يمكن للأذهان نشأته، أذهان الطلاب ان تشرق على الفكر الرياضي، ولا أن تتعلم كيف يجب الرصاصيف، ولا أن نجد فيها شيئاً حر غير المستطاعة التي لا صائل من ورئها، نه بدون الخدس من يمكن الطلاب من تطبيق الرياضيات

أما اليوم فأن أريد الحديث، قبل كل شيء، عن دور الخدس في تعلم الرياضي نفسه حيث أنه إذا كان الخدس مفيداً للطلاب فهو أكثر جدوى للعلم الرياضي بحد

نحسب معنى إلى معرفة الواقع ولكن ما هو الواقع بالسطح؟

نحسبنا لغير بوجوب أن أعضاء الجسم مكونة من خلايا، ويصف الكيمائيون نفس  
الخلايا نفسها مكونة من ذرات ولكن هل يعني هذا أن هذه الذرات، أو هذه الخلايا  
شكل الواقع أو غير لأهل الواقع الوحيد؟ ويست بكيفية التي ترتبط بها هذه الخلايا في  
نفس واحد، والتي من خلالها تتحقق وحدته الفرد، هي أصب واقع أكثر أهمية من هذه  
العناصر المعروفة؟ وهل يعتمد العالم الطبيعي الذي يتدرس الفيزيائيون وسكوب انه يعرف  
هذا الخيو - معرفة كونه؟

هناك في الرياضيات ما يشبه هذا أن نحن نطلق يجرى إليه إلى عدد كنه من  
لعميات لأولية ونحن عندما نحصل هذه العميات، لواحده هو لأخرى، وعندما  
نحدها كنهنا صححه، كلاً على حده، فهل يعني ذلك ان فهمنا حقاً عددون الحقيقي  
لنرهم؟

نسبي أن جواب نسبي بما لا يملك بعد الواقع بآفته إلى ما يشكّل وحدة الـههه  
يصف ما كلفه أن استحيى شخص يصنع كنه بصرف مجموعته من الأطراف مضمون  
لصلاحيته، حابه من لأخطاء -ه- ينتج به عدده طرق مسوعة يمكن استعها نفعه،  
والاطمئنان إلى أن السير فيها لا يعرضه عصبه ولكن، أي من هذه الطرق يؤدي به سرعا  
إلى هدف؟ ومن يذهب على الطريق الذي يجب متوكه؟ به لا يذهب من فطرة ذهنية أخرى  
تتبع من رؤية هدف ه بعد وبب هذه الفطرة أو متكه شئ آخر غير خدس انها  
متكه ضرورية لمرئته الذي يبحث عن الطريقة المناسبة، وهي ليست أفضل ضروره لذلك  
بدي عشي مسعاً ذر أقامه محاولاً أن يعرف ماذا خسر الطريق التي سلكها قبل

إد كنه تفرح في مراه في لشطرح، فلا يكفيت فهم مرحته التي يجازها السبع  
عند حصوله، معرفه هو عند تحريك قطع الشطرح -ه- معرفة هذه لقواعد متكت فقط من  
نعم سأل كل عمته من عميات السبع فدهت وفي هذه المواقف وهذا شئ قبل  
لأهمه ذلك نافع هي حال الفديء لكن الرياضيات إد كان رجل مطلق وحسب إلى  
فهم مرحته ما من مراحل السبع شئ حر تمام به معرفه لدواعي التي جعلت هذا  
للأعب وذاك تجرّت هذه لفطمة بدهت، انشئ الذي ك- توسعه ان يفعله دون أن  
خرف في عهد السبع انه إفر ك- السبع الخفي الذي يجهل حركات اللأعبين المتبعه بؤف  
كلما مسطرح وهذا كنه هذه متكه متكه خد من - ضروره لمتفرح، فهي الأخرى  
ضروره للأعب نفسه، أي لمن يقوم بالأحده ع ولأند ع

لنر ك- لأب هذه المقاربه، وبعد إلى الرياضيات

لشطرح مثلاً، من حدث فكره بداله متعبه لم يكن لأمر يتعب في سديه، سوى

نصوره حسية، مثل صورة خط متواصل، كذلك لدى رسمه انطاش على انوره  
 اسوداء وشيث فثيت مخلص الفكره من هذا نطاق الحسي، وأصبح بالإمكان، بعد وقت  
 وجيز، استعماله في بناء منظومة معقدة من المسابحات، منظومة بسج، إذا صح التعبير،  
 جميع خطوط نصورة الأولي وبمجرد ما انتهت عمله بساء التي تنبت لصوره الحسية  
 انحصه لي كانت مركزاً لبدء نفسه، ألقي بها بعيداً، لأنها أصبحت مديت عر د ب  
 عاتده. ومكيد م يمين في المبدن ولا انسه نمسه، الب، الخلد من كل ما يمكن أن يقطع فيه  
 رحل منطى ولكن هه لا يقبل من شأن تلك النصوره الأولى انحصه ذلك لأنه بركب  
 هذه النصوره قد رالب هائياً من ذكره، فكيف كان من الممكن ان ليكنه تلك النصوره اني  
 جعلت جميع هذه المسابحات تشيد بهذه الطريقة، الواحده بنو الأخرى؟

ري ياخذ علي الفاريء أي أكثر من انشبهات والمعادن. ومع ذلك فري أعطت به  
 السباح في بحرء مقابلة أخرى لا شك انك قد شاهدت تلك الكنه من الإبر النصوره  
 التي تشكل هكل بعض أنواع الاسفنج، والتي تتحد، بعد اختفاء مائه لحه ميا، شكل  
 منك لطيف رابع. نعم لا شيء في هذه امشك عبر لأحجر مصوبه، ولكن مهم، لدي  
 لا دلاله خاصه له، هو لشكل الذي تحدثه تلده الأصهار، ومن غير الممكن فهم حقيقه هه  
 لشكل إذا ك، لا نعرف الاسفنج حتي لدي طبع فيه هذه النصوره. هكه يجب أن نمر  
 في تفاهيم فلسفيه لي كتب لدى آناش، حتى ووفرت لنجلي عنها هاتب ب هي نتي  
 أعطت بساءاب منطقيه، التي أحدها عدها، صورنا وشكلها

ن لرؤية الإحصاء، نتي تشكل فوام لحدس، ضروره من يسكر ومخرج، وهي  
 ضروره كذلك من يريد أن يفهم فعلاً هه المخترع يسكر فهل يمكن منطوق أن نجد هه  
 الرؤية العامة الإحصاءة؟ لا ن لاسم الذي نطقه الرياضيون عليه - على المنصوره  
 وحده بيان ذلك ان منطوق في الرياضيات يسمى «الحدس» ونحليل معناه محوره  
 وانتميكك، فهو لا يستطيع، دن، أن يحس من ادوات، غير صنع وبكر وسكور

وهكذا، ولكن من منطوق و لحدس دوره الفوري ميا مع لا يمكن الاستعاء  
 عهه ن منطوق اندي بإمكانه وحده أن يمدد نتيهه هو آده لبرهان أن حدس فهو آده  
 الاسم عه

## ٥ - الاستدلال التكراري

في هذا النص يشرح بوانكاريه طبيعة الاستدلال الرياضي من وجهة نظره الفلسفية التي عرّفها في نص السابق فهو يرى أن الخدش «وهو هو، الفكر» مصدر المعرفة الرياضية الخالصة فالرياضيات تنوّر على إدراكه فريده، هي الاستدلال بالاستقراء، سام بخط من الأمثلة المتناهي بعدد لانها من الأحكام الرياضية، خاصة بمسألة من عام، كي تمكّن في الوقت ذاته من إسراع حقائق جديدة لا تضمنها المعدمات التي تغطيها البرهان. وبوانكاريه يعترف هنا من موقف كاس، خصوصاً عند تساوي بين الأساس الذي يقوم عليه هذا النوع من الاستقراء وبين الأحكام الرياضية التي يثبتها التي قال بها كاس أن موقف بوانكاريه يعارض تماماً مع موقف منطقيه ونصارى الاتجاه الأكسيومي وقد قامت بينه وبين بويرند أسئلة متشابهة حلّها وحلّها حول بهاد الرياضيات عامة، وصيغة هذا الاستدلال التكراري خاصة (انظر نفسه التي كتبها حول فويال يكتب الذي كتب منه هذا النص، ونسار إليه في هامش أدناه)

- ١ -

ويسود إمكانية تمام العلم الرياضي تطوي هي ذاتها على ناقص غير قابل للحل فربما قبل أن هذا العلم ليس علمي مستشحيب إلا من حيث يظهر كأن عيب أو سبباً ومن مصدر هذه الصرامة منطقيه باسمه التي لا يمكن أن نوضح موضع بحث؟ ما إذا قد، بالعمكس من ذلك، بجمع قصص هذا العلم يمكن أن يستخلص بعضها من بعض، بواسطة فوعد منطق بصوي، كالأند بيو جه استؤا انسي واذن ماد لا لحل الرياضيات في مجموعة من كمة من عبارات ليونووية، عند تكريرة من فصل غصبل الحاصل؟ ذلك لأن الأساس منطقي لا يصبح أن يحدنا شيء جديد جداً وعينه في كل شيء يجب أن يثبت من مبدأ أهونه، فإنه من الواجب كدسك أن يبرهن كل شيء على أساس ذاته

في: Henri Poincaré, La Science et la méthode, préface de Louis Vainstein, se 1908, in: La science (Paris: Flammarion, 1968) chap. pp. 45



جهل سمن، إذن، أن تكون جمع المظرباب لي عملاً الكثير من المحللات الرياضية مجرد طرق متبوية بتتبعه عن أهي ٩١

لا ثبت أنه يمكن الرجوع لفهمي منطريات، إلى الأوساط التي شككت الأساس لمعطيات الاستدلال جمعها. وإذا فعدت ذلك وبين لما أنه لا يمكن الرجوع تلك الأوليات إلى مبدأ تناقض، ولا رجوعها إلى التجربة التي ترى فيها مبدأ لا بشرط رياضيات في ما تنصف به من ضروره عمده، فإنه يبقى بإمكانك، مع ذلك حل ثالث، وهو نصيبها ضمن لأحكام المركبة لمليه. أمر أن هذا حل لا يجنب تعيب على الصعوبة بطروحه، بل كل ما هناك أنه حل يدارك هذه الصعوبة نفسها مع تحفظها بعض التحفظ. هذا لتناقض لا يحل حتى ولو كانت لأحكام المركبة بالنسبة إليها واضحة لا لس فيها، بل كل ما في الأمر هو أن هذا التناقض، بؤري، في هذه الحده، إلى لوزاء قليلاً بالاستدلال الذي يقوم على القياس المنطقي - الأرسطي - بطل عاجز، عن إضافه أي جديد إلى المعطيات التي عتدها، وهي معطيات تحل إلى عدد من البدييات (أوليات، مقدمات) لا تمكن أن تحل ثبت حر عبرها في النتائج

وساء على ذلك، فإنه من غير الممكن إنشاء نظرية جديدة ما لم ندخل، حين البرهان عنها، أولية جديدة. إن الاستدلال في هذه الحاله لا يمكن أن يمدنا إلا بإحقاق الأوليه المباشرة المستفاده من الحدس المباشر، فهو من هذه الناحية مجرد وسيط طبعي، وبالتالي، ألا بحق لنا أن نساء. ألا يعمل انبعاث القياسي كله على إحقاق وطمر ما استقيناه من الحدس، أنيست ذلك هي مهمته الواجبه؟

على أن بوجه مخصص أكثر حدة، خصوصاً عند ملاحظ، ونحن نقرا كتاباً من كتب رياضيات، بل مؤلف لا يعا يصرح في كل صفحه به يوي بعمم قضيه سبق معرفتها، بل يدفع بنا إلى التساؤل هل يقوم المنهج الرياضي، إذن، على الانتقال من الخاص إلى العام؟ وإذا كان الأمر كذلك فكيف نجو. وضمه بأنه مهاج ساجي؟

وأخيراً، فإذ سنمنا بأن عدم العدد علم تحليلي محض، أو أنه علم يشبه بواسطه لتحليل بطلاء من عدد قليل من الأحكام التركيبية، أفلا يمكن لعقل قوي بما فيه الكفايه إدراك جميع حقائق هذا لعلم دفعة واحدة، وفي أقل من لمح البصر؟ ماد أهور؟ بل يمكن أن نأمل أن يمكن يوماً من اختراع لغة بسيطة جداً يكون في مستطاعتها إظهار تلك الحقائق جمعها، وتمكن لعقل انفرادي من إدراكها كلها إدراكاً مباشراً!

فإذ كنا نرفض قبول هذه الاستجابات، فمن الواجب التسليم بأن الاستدلال الرياضي بشروطه هو نفسه على قصبه الخلق والانداع، وبالتالي يتميز عن القياس بل أن الفرق بينهما يجب أن يكون أعظم من ذلك. فمح لا نجد مثلاً، في قياس، مباح ذلك السر. ندي بصوي عليه ذلك لفهمه بسعمله بكثرة، ولي نص على أنه إذ طلب عمله وحدة منطقيه على عددين متساويين حسبنا على استيعابه مساه

بجميع هذه الأشكال من الاستدلالات، سوء كانت تريد أن تقياس المعروف أو لا تريد، تحفظ بالطبع للحسبي، ومن هنا كانت الاستدلالات عاجزة عن تقديم أي جديد

## - ٢ -

سطر برن في رجن الهندسة (= لدي بفكر بالحدس) وهو يسرق في عمله، ويجاور بغداد في نظري أنني ينبغي أن مهمة ليست سهلة، فلا يكفي أحد كتابه بالصدفة، وأنصاف تحليل برهان من الترافع التي يعرضها

عليه أن يترك الهندسة جانباً في هذه المرحلة الأولى من البحث، فمسائل الهندسة تكتنفها للعهد بسبب المشاكل خدعة التي يعرضها دور الحساب من جهة، وطبعه وأصل مفهوم تلك من جهة أخرى ولترك التحليل، تحليل التلافيف الصغيرة، جانباً لأسباب مماثلة، ولندرس الفكر الرياضي في امداد اندي ظل يحفظ فيه بصافته ومعاونه، ميدان الحساب

ومع ذلك لا بد من لاحذر حتى في هذا امداد نفسه فالفهم الرياضي الأولي الخاصة بالأعداد قد تعرضت لتعديل عميق، خاصة في لحوب العليا من نظرية الأعداد، لشيء اندي يجعل من الصعب علينا تحليل تلك الفهم لأوبه في هذا الإحار

وإدراك، فإن التفسير لدي بحث عنه، إننا نحده في بداية علم الحساب (في عمليات جمع و لصر )

### تعريف الجمع

سأفترض أن قد قمنا من قبل بتعريف عملية  $+$ ، العملية التي قوامها إضافة العدد 1 إلى عدد معين هو  $s$  ومهمي يكن هذا التعريف الذي مقترحه، فهو لن يقوم بأي دور في ما سنبني عليه من استدلالات

بعد هذه ملاحظة، يمين عيب الآن تعريف لعملية لنالية  $s + a$ ، العملية التي قوامها إضافة العدد  $a$  إلى عدد معين هو  $s$

لنحرص أنما قمنا بتعريف العملية لنالية  $s + (a - 1)$  فهي هذه الخانة تصح العملية  $s + a$  بمعرفة ومعرفة بواسطة المساواة التالية (التي يعطيها رقم 1)

$$s + a = [s + (a - 1) + 1] \quad (1)$$

ب. هذا يعني أن نستطيع أن نسين معنى  $s + a$  إذا عرفنا معنى  $s + (a - 1)$  وبما أن قد افترضنا في البداية أن نحرف  $s + a$  فإنه بإمكاننا لأن أن نعويم بتعريف العميات الآتية، وبالتتابع  $s + 2$ ،  $s + 3$ ، الخ، وذلك بواسطة التكرار  $\text{par recurrence}$  ونعرف العملية الأولى، ثم الثالثة ثم الرابعة وهكذا كلما سباني بينه (مجم)

إن هذا التعريف - التعريف بالكبرار - يسحق ما وضعه قصيره انه تعريف من صفة خاصة بغيره، ضد الآب، عن التعريف المطلقي يخص ب المساواة بصفة' تضمن في مواقع عدد لا تحصى من التعريف متبيرة. تعريف لا معنى لأي مما يدره لكن يعرف معنى التعريف السابق به

خصائص جمع - نقط

إذ كنت

$$+ (ب + ح) = (ب + ح) +$$

فمن الواضح ان هذه المساواة صحيحة بالنسبة إلى  $ح = ٠$ ، وبالتالي يمكنني ب  
أكتب

$$أ + (ب + ح) = (ب + ح) + أ$$

إن هذه مساواة هي في الحقيقة لمساواة نفسها التي سميتها في تعريف الجمع، مع بعض الاختلاف في الترميز

بفرض أن هذه المساواة الأخيرة صحيحة بالنسبة إلى  $ح = ص$  وفي هذه الحالة تكون صحيحة أيضا بالنسبة إلى  $ح = ص + ١$  ذلك لأنه من

$$(ب + ح) + ١ = ص + (ب + ح) + ١$$

نستح

$$+ [(ب + ح) + ١] = [(ب + ح) + ١] +$$

وبالتالي، بتعريف الذي وضعناه في المساواة (١) نستطيع أن نكتب

$$أ + (ب + ح) = (ب + ح) + أ = (ب + ح + ١) + أ = (ب + ح + ١) + أ$$

نشيء لندي بدن، بواسطة سلسلة من الاستدحاث سحليلة المحصر، على أن نظريتنا صحيحة بالنسبة إلى  $ص + ١$

وبما أنها صحيحة بالنسبة إلى  $ح = ٠$  فإنه من السهل عينا أن نرى بالشكل نفسه عن أنها صحيحة كذلك بالنسبة إلى  $ح = ١$  وبالتالي إلى  $ح = ٢$  وهكذا بالتتابع

سادس

١) إذ ثبت  $١ + ١ = ٢$ ، فإن هذه مساواة صحيحة بطبيعتها الخال بالنسبة إلى  $١ = ١$  وبإمكاننا أن نجعل، بواسطة بدلالات تقنية محصر، مر أنها إذا كانت صحيحة بالنسبة إلى  $١$ ، فهي صحيحة كذلك بالنسبة إلى  $١ + ١ = ٢$  وبما أنها صحيحة بالنسبة إلى  $١ = ١$  فهي ستكون صحيحة أيضا بالنسبة إلى  $١ + ١ = ٢$ ، وبالتالي إلى  $١ + ١ = ٢$

وهكذا بالتتابع إن هذا هو ما يعنيه عدد نفوس في القضية المعطى عنها، فقصه مبرهن عنها بالتكرار.

(٢) وإذا ثبت  $a + b = b + a$  وهي مساواة بديهية على أنها صحيحة بالنسبة إلى  $b = 1$ ، وبالتالي يمكن التأكد تحصيلياً من أنه إذا كانت صحيحة بالنسبة إلى  $b = 1$ ، فيستكون صحيحة بالنسبة إلى  $b = 1 + 1$ ، وإذا، فإن هذه القضية مبرهن عليها، هي الأخرى، بالتكرار.

تعريف الضرب

نقدم هنا تعريفاً لضرب بواسطة المعادلتين التابعتين

$$a \times 1 = 1 \times a$$

$$(2) \quad a \times b = b \times a + [(1 - b) \times a]$$

ب. مساواة الثانية (2) تتضمن مثل المساواة التي سبق أن عرفناها بـ (1) عند لا يخصى من تعريف. وبإمكاننا قد عرفنا  $1 \times a$ ، فإن هذه المساواة التي بشر إليها برفق (2) تسمح لنا بتعريف كل من  $2 \times a$ ، و  $3 \times a$ ، وهكذا بالتتابع.

خصائص لضرب التوزيع

إذا ثبت

$$(a + b) \times c = (a \times c) + (b \times c)$$

فإنه بإمكاننا أن نؤكد بطريقة تحليلية (مطوية) من أن هذه المساواة صحيحة بالنسبة إلى  $c = 1$ ، ثم نستطيع كذلك أن نثبت الطريقة صحيحة بالنسبة إلى  $c = 1 + 1$ ، أن نؤكد من أنها صحيحة أيضاً بالنسبة إلى  $c = 1 + 1 + 1$ .

لنأخذ

(١) وإذا كتب

$$a \times 1 = 1 \times a$$

فإنه من الواضح أن هذه المساواة صحيحة بالنسبة إلى  $a = 1$ ، وبإمكاننا التأكد بطريقة تحليلية من أنه إذا كانت صحيحة بالنسبة إلى  $a = 1$ ، فيستكون صحيحة كذلك بالنسبة إلى  $a = 1 + 1$ .

(٢) وإذا كتب

$$a \times b = b \times a$$

فإن هذه الطريقة، بما أنها مبرهن عليها بالنسبة إلى  $b = 1$ ، فهي تسمح لنا بالتأكد بطريقة تحليلية من أنها إذا كانت صحيحة بالنسبة إلى  $b = 1$ ، فإنها ستكون صحيحة كذلك بالنسبة إلى  $b = 1 + 1$ .

### - ٣ -

سأتوقف عند هذا الحد من هذه السلسلة من الاستدلالات بهذه ولكن، رتبة هذه الاستدلالات قد مكنت من أن نرى شكل أفضل العمية المسبقة التي تصادفها عند كل خطوة بخطوها، انعمية بي سميها الاستدلال بالكر، وهو استدلال يقوم على انتميه عن صحة نظرية ما بالنسبة إلى  $a = b$ ، ثم لزمه بعد ذلك على أن  $a$  كانت صحيحة بالنسبة إلى  $a$  فهي صحيحة كذلك بالنسبة إلى  $b$ ، ومن هنا نستنتج  $b$  صحيحة بالنسبة إلى جميع الأعداد الصحيحة

نقد أي كيف يمكن استعمال هذا الاستدلال للكر في البرهنة عن فروع جمع وانصاف، في عن فروع حساب تجريبي  $b$  هذا حساب هو أداة لتحويل يصبح بعبارة بعدد من التلخيصات المصنفة أكثر بكثير مما يسمح به القياس وحده، ولكنه في سوابق نهارة تحسنه محض، أداة عاجزة عن تقديم أي جديد، فهو كانت لرياضيات لا تقوم إلا على هذه الأداة - أي حساب التجريبي - توقف في الخرج عن سمو غير أنه من حسن حظ أن نتجاً من جديد إلى الطريقة نفسها، أي إلى الاستدلال بالكر، وبدت يستطيع ليس قديماً إلى الأمام

وإذا نحن فحصنا حد خط سير الرياضيات وجدنا هذا النوع من الاستدلال في كل خطوة بخطوها، إما على شكله البسيط الذي عرصه عليه فل، وإما على شكل ختف هيل أو كثيراً

هذا هو إن نكمن الاستدلال الرياضي الحق، وللمحصنة عن قريب

### - ٤ -

إن الخاصية الأساسية للاستدلال بالكر هي أنه استدلال سيمثل على ما لا حصر له من الأقيسة (ح قياس = منطقي) تصاع بشكل مركز ومكثف في عباره وحده، ولكني نمنس عن قرب حقيقة هذا الاستدلال سأذكر هنا نبت لأقيسة، الواحد بعد الآخر، وكى سلاحظ فهي ستمثل مدرجة على شكل شلال، ان صبح نعتبر انها نظيمه جان أقيسة فرصة (مسه على فرصات)

- نعبه (أو النظرية) نمر من عها صحيحة بالنسبة إلى العدد 1

- وانحاز أن يد كانت صحيحة بالنسبة إلى العدد 1 فهي صحيحة كذلك بالنسبة إلى لعدد 2

- وإذا هي صحيحة بالنسبة إلى لعدد 2

هذا في حين أنه يد صحت بالنسبة إلى العدد 2، فهي صحيحة بصاً بالنسبة إلى لعدد 3

إن هي صحيحة بالنسبة إلى العدد 3 وهم حرا

وواضح من هذا أن نتيجة كل قياس هي مقدمة لقياس الذي يليه، وأكثر من ذلك المقدمات الكبرى في هذه القضية يمكن إرجاعها جميعاً إلى عدده واحدة، هي الثانية إذ كانت النظرية صحيحة بالنسبة إلى 1، فهي صحيحة كذلك بالنسبة إلى 2

وهكذا يتبين، إذن، أنه في الاستدلالات القائمة على التكرار يكفي تبصير المقدمات الصغيرة بقياس الأول، وبعبارة أعمامة فهي تشمل على جميع المقدمات الكبرى كحالات خاصة منها. وبما أن سلسله القضية، هذه سلسله النظرية التي لا نهاية خلفاتها، يمكن تعميمها كلها في بضعة أسطر

من سهل عند الآن أن نفهم سر في كون جميع لسانج خبرية في منطق من نظرية ما نفس، كما شرحنا ذلك أعلاه، أن نحقق من صحتها بواسطة أساليب تجريبية. فإذ كما يريد البرهان على أن النظرية صحيحة بالنسبة إلى العدد 1، مثلاً، بدلاً من البرهان على صحتها بالنسبة إلى جميع الأعداد، فيكفي الإتيان بالقضية الخمسة الأولى (التي ندرس على الأعداد من 1 إلى 5)، مثلي أنه يكفي لإثبات بالقضية السبعة الأولى من سلسله أقيمت، بدرجه على صحة تلك النظرية بالنسبة إلى العدد 10. أم إذا كان العدد أكبر من 10 فستحتاج بضعة آجال إلى أقبه أكثر. ومهم كان درجه هذا العدد من بكون فيه إمكانية دوم البرهان عليه بالطريقة نفسها، وانحصر التحليل (المنطقي) سيظل ممكناً باستمرار

ومع ذلك فإنه مهما سردنا بعداً في سلوك هذه السلسلة فإننا لن نصل قط إلى النظرية العامة، النظرية لقضية لتطبيق على جميع الأعداد، لنظرية الكلية التي ستتحقق هي واحدة أن تكون موضوعاً لعلم. فلا بد للتحقق على هذه النظرية من عدد لا يحصى من لأقضية، لا بد من اختيار عقله هيئات للمحقق الذي يستمد ادواته من منطق من مبادئ منطق الصوري وحده، أن يحفظها، فهي تلعب صير

لقد سبق لي أن ساءت في بداية هذا الفصل ألا يمكن أن تصور عملاً حراً، هو من لغوه بحيث يمكن ترك جميع الحقائق الرياضية دفعة واحدة وبطريقة قصير من مع لنص

بإمكان لأن أن نحيط بسهولة عن هذا السؤال إن لأعب الشرح يمكن أن يقوم معاً ثابته أربع أو خمس عميات من عمليات التعميد ولكنه لا يستطيع، فهي كان قدرته حارقة المألوف، أن يحصر سوى عمليات محدودة وإذا كان هذا الشخص يستعمل موهبته بفضيلة تلك في ميدان الحساب فإنه لن يستطيع أن يدرك حقائق هذا التعميد بواسطة حدس واحد مباشر. فلا بد له لإثبات أصغر نظرية من الجوء إلى الاستدلال الكبري، يسعى به بنوع ما يريد. ذلك لأن هذا الاستدلال هو الأداة التي يمكن من الانتقال من النهائي إلى النهائي

به بالفعل أداة مفيدة باستمرار. ذلك لأن الاستدلال التكراري يجعلنا قادرين على حرق أي عدد برده من المراحل وبفكره واحده يكفي مؤونه إجراء تحقيقات طويلة عنه

ورتيبه سرعان ما يصبح غير قابلة للتطبيق ولكنه يصبح، ليس فقط مفيداً، بل ضرورياً بمجرد ما نتجه نهائياً إلى النظرية العامة، تلك النظرية التي نجعل التحقيقات الحدية مقرب منها أكثر فأكثر، ولكن دون أن تتمكن من ايصالنا إليها

قد يقال إننا هه في ميدان الحساب، أبعد ما نكون من ميدان «التحليل»، تحليل الاستهيات لصعري ولكن هه قلوب مردود، ففكرة لانهائي لريحيي يلعب هه دوراً أساسياً، كما رأيت ذلك قل قليل، فدون هذه الفكرة لن يكون هناك عدم، لأنه دونها لن يكون هناك أي شيء يتصف بالكثرة والعموم

- 5 -

إن حكم «عقلي» الذي يركز عليه الاستدلال التكراري يمكن التعبير عنه بأشكال أخرى، إذ يمكن القول، مثلاً هناك دوم، في مجموعه لانهائية من لأعداد الصحيحة المتتالية، عدد أصغر من جميع الأعداد الأخرى التي تشمل عليها تلك المجموعة وهكذا يمكننا الانتقال بسهولة من قضية إلى أخرى، موهمين هكذا أن نرهن على مشروعية الاستدلال التكراري ولكن، هيئات ذلك لأننا سجد أنص في مرحله ما من امر حل مضطرب إلى الوقف لا بد أن تصادف في طريقنا بنهية لا تقبل الرفض، بنهية ليس في العموم سوى القضية التي نريد البرهنة عليها، وقد صيغت شعير آخر

وإذن، فمن غير الممكن تجنب نتيجة السالبه، وهي أنه لا يمكن الرجوع بقانون الاستدلال التكراري إلى مبدأ الساقص (أي لا يمكن إرجاع هذا النوع من الاستدلال إلى منطق العنصري)

وبالمثل، لا يمكن تأسيس هه الاستدلال على التجربة ذلك لأن كل ما يمكن لتجربة أن تتحقق هه هو نرهان على ن هه القانون صحيح بالنسبة إلى الأعداد بعشره أو المئة الأولى إلا لا يمكن أن نتجاوز ذلك إلى تلك البقية من الأعداد، وهي هه لانهائية هه ولا حصر إن التجربة تستطيع أن تؤكد صلاحية القانون ولكن فقط بالنسبة إلى جزء من الأعداد، كبيراً كان أو صغيراً، جزء تأتي بعده ختماً هه لانهائية

على أنه لو كان الأمر يتعلق بجزء من هه النوع لكفانا مؤونته مبدأ الساقص هه، فهو يسمح لنا بنسب قُدماً، بواسطة لأنسه خطفه، صدور ما نريد أن هه تبدأ لا يعجز عن إصداق إلا عدم يتعلق الأمر بحصر ما لانهائية له في عبارة واحدة، أي عندما يتعلق الأمر بالانهائي وهذا هو الميدان هه الذي تعجز فيه التجربة

وإذن، فهذا القانون (المؤسس للاستدلال التكراري) الذي يعجز التحليل لمطعي وتجربة معد، عن البرهنة عليه، هو النموذج الحق للحكم المركبي القبي ولا يمكن، من جهة أخرى، اعتباره مجرد مواضعه كما هو الشأن بالنسبة إلى بعض مسلمات الهندسة

فيما لا يفرض هذا حكم نفسه عليها بوصفها لا يفهم؟ ليس من سبيل تفسير ذلك، إلا بكونه تعبيراً عن قوة الفكر، الفكر الذي يعرف قدرته على تصور ما لا نهاية له من عمليات التكرار التي يفرضها على كل ما، بمجرد ما يكون هذا الفعل يمكن التوسع مرة واحدة أن الفكر يعرف قدرته هذه، يدركها بحدس واحد مباشر أما التجربة بالنسبة إليه فليست سوى ماسه تمكنه من استعمال هذه القوة، ومن ثم شعور بها ووعيه

قد يفهم إذا كان التجربة الخام لا يستطيع أن تمنح شروطه للاستدلال التكراري، فهل تعجز عن ذلك أيضاً بتجربته المعروفة بالاستقراء؟ أليس يقو عذوب ملاحظ مثلاً أن نظريته من صحتها بالنسبة إلى العدد 1 ثم بالنسبة إلى العدد 2، ثم بالنسبة إلى العدد 3 وهكذا، أليس يقول في مثل هذه الحالة، بآمام فنيون و صبح، لا يعرف مرتبة عن أي قانون فيزيائي مستخلص من عدد كبير من الملاحظات، وبأنه عدد محدود؟

لواقع به لا يمكن للمرء أن يحفل ما هنا بتعدد مثله مثل الاستدلال التكراري و لطرق الشكوك في الاستقراء ومع ذلك هناك فرق أساسي يفرض نفسه على الاستقراء المعمول به في العلوم الفيزيائية ستقر لا بدداً بالبعض لأنه مبني على تسليم بوجود نظام في الكون، نظام خارج عن إرادة الإنسان أما الاستقراء الرياضي، أي البرهان التكراري فهو بالعكس من ذلك، يفرض نفسه على ضرورة، لأنه ليس شيئاً حراً سوى في براهين وأكيد حاضره بنصف بها الفكر نفسه

## - ٦ -

محاور رياضيات دوماً، كما أشرب إلى ذلك معاً، تعميم القصاص التي حصلوا عليها وحتى لا تأتي بنتائج جديدة، يعود إلى المسألة التي برهنا عليها مثل مليس، وهي  $a + b = a + b$ ، والتي استخدمناها لإثبات المسألة التالية  $a + b = b + a$ ، التي هي أكثر عمومية، كما هو واضح، وهذا دليل على أن رياضيات تستطيع، كغيرها من العلوم، سر في إنشاء ما من الخاص إلى العام

لا شك أن هذا - الاتصال من الخاص إلى العام في ميدان لرياضي - كان يستعصي عن فهمها لو أننا قررناه في بداية هذه الدراسة، ولكنه لا يكفي لأنه بآ أن ي مظهر من مظاهر العموم والفس، خصوصاً بعد أن لاحظ ذلك لشانه القائم بين الاستدلال التكراري والاستقراء العادي

نعم، أن الاستدلال الرياضي قائم على التكرار والاستدلال الفيزيائي لاستقراء، يرتكز على تأسيس مجموعة ذلك شيء لا شك فيه عبر أن خط سير كل منها موزع لخط سير الآخر، فهي يسير في محه واحد، أي من الخاص إلى العام

لنحضر الأمر عن قرب



لدرجته من المساواة الثانية  $A + 2 = 2 + A$  ولترمز إليها بـ (1)، يكفي تطبيق الصاعدة الثانية مرتين  $A + 1 = 1 + A$  وذلك كما يلي

$$A + 2 = A + 1 + 1 = 1 + A + 1 = 1 + 1 + A = 2 + A$$

ولترمز هذه السلسلة من المتساويات بـ (2)

إن هذه المساواة الأخيرة (2) التي سنسجدها بطريقة تحليلية محض من مساواة الأولى (1) ليست حالة بسيطة من هذه، بل هي شيء آخر وبالتالي فإنه لا يمكن القبول، حتى بالنسبة إلى ذلك الآخر من الاستدلال الرياضي الذي هو فعلاً تحليلي واستدلال، بل سنعمل من العام إلى الخاص بمعنى لعادي نكلمه ذلك لأن طرقي المساواة الثانية (2) هما فقط عبارة عن تأليفين أكثر تعقيداً من طرقي المساواة الأولى (1) وبتحليل نحصر مهمته في عرب العنصر لتي تدخل في التاليفين المذكورين ودراسة العلاقات القائمة بينها

نحصر من هذا إلى القبول إن رياضيين يعتمدون في سرائعهم على «سواء»، إسم «يشترط» ويشترطون تأليفات نردد تعقيداً ثم عندما يرلون من هذه التأليفات والمجموعات لي أقاموها، ماكن مثلث نحليل، لنعودوا إلى العناصر الابتدائية التي شكلت منها مثلث لتأليفات والمجموعات، يتبين العلاقات التي تربط هذه العنصر وبسحب منها العلاقات لي نقوم بنسب مجموعات نفسها

إن خطوط تحليلية محض ولكن خطوط لا تعمل من العام إلى الخاص، لأن المجموعات لا يمكن لطرزها، طبيعة الحال، كحالات فردية بالقداس إلى عناصرها (وعناصر ليس أكثر عمومته من مجموعات لي تأليف منها)

لقد حظي هذا مبدأ «الإشائي» بأهمية خاص، ونظر إليه، نحو كشيء مانع لأهميته، واعتبر شرطاً ضرورياً وكافياً لتقديم مفهوم الحق

أما أن يكون هذا مبدأ لإشائي شرطاً ضرورياً لتقديم لعدم، فهذا ما لا يشك فيه أحد ولكن أن يكون في لوقت نفسه شرطاً كافياً، فسلك ما لا يروق عليه

ذلك لأنه لكي يكون بناء ما مفيداً، لكي لا يكون مجرد عمل يهوى يفكر، وبكفي يكون مستنداً يتكفى عليه كل من يريد الارتجاع إلى أصل، يجب أن يكون موضوعاً، أولاً وقبل كل شيء، على نوع من الوحدة، تمكن للعنصر من أن يشير فيه شيئاً حراً يريد على بر كم العناصر التي شئت بوصفها، وبعبارة أخرى، يجب أن يعثر فيه على ما يجمع على لطرز إلى البناء دون النمط إلى العناصر نفسها يجب أن نكون ههنا صرة نحصر بها البناء دون عناصره

فما يمكن أن يكون هذه صرة؟

لسطر ح ههنا السؤال ماذا نعني بمصطلح أكثر الاصطلاح يتألف دوماً من عدد من

الثلاث، بدل النظر إلى هذه «ثلاث بنفسها» التي يكون منها، وهي أكثر بساطة؟ ن نست  
يرجع إلى أن هاتك خصائص يمكن لزمه عنها، خصائص نصف هي مصلعات ذات عدد  
من الأصلاخ، ويمكن تطبيقها، بعد ذلك، وبصفة مباشرة على أي مصنع آخر مهم كك  
أما إذا أردنا البحث عن هذه الخصائص من خلال دراسة مباشرة للعلاقات القائمة بين  
الثلاث التي تكون منها تلك المصنعات، فالغالب أن لا نحصل عنها إلا بعد جهد جهيد  
ومما لا شك فيه أن معرفتنا بالنظرية العامة تجعلنا في عني عن تدب مثل هذا الجهد

ن نشيد بناء ما لا يصح مفيداً إلا إذا كان من الممكن صياغته إلى بناءات أخرى  
مماثلة له، بشكل معه أنواعاً من الحسن نفسه، فإذا كان راعي الأصلاخ شيئاً حراً يعوق  
الثلاثين القديس يكون منها، فما ذلك إلا أنه ينتمي إلى حسن المصنعات وأكثر من ذلك يجب  
أن يكون قادرين على التمهيد عن خصائص الحسن دون أن يكون مصطرين إلى إساده  
بالبناء على كل واحد من الأنواع التي تشمل عنها ذلك الحسن ونكي يمكن من ذلك لا  
بد من الصعود من الخاص إلى العام، ولا بد في هذا من بسط مرحلة أو عدة مراحل أما  
طريقة التمهيد «بوسطة البناء» فهي لا تصطرن إلى انزواء من هذا البناء، بل تترك في  
مستوى بناء نفسه

بلا لا يستطيع الارتقاء والتقدم إلا بالاستعانة بالرياضي الذي هو وحده القادر على  
إعدادنا بأشياء جديدة، ويدون مساعدته هذا الاستعانة الذي يختلف من بعض الوجوه عن  
الاستعانة بفيزيائي، وفي الوقت ذاته يتصف بنفس خصوصية، مثل بناء الذي نحاول  
تشيدته عاجز عن إنشاء نعم

نلاحظ أخيراً أن هذا الاستعانة لا يصح ممكن الاستعانة إلا إذا كانت النعمية  
الوحدة نفس التكرار إلى ما لا نهاية له وهذا كانت نظرية عامة الشطرنج عاجزة عن أن  
نحول إلى علم «ن حركات دور من أدور اللعب، حركات لا يشبه بعضها بعضاً»

## ٦ - البنيات موضوع الرياضيات<sup>١</sup>

المص الذي ندرجه في ٥ يشرح بشكل مبسط تصوّر المعاصر لموضوع الرياضيات، فالرياضيات هي من دراسه وتصنيف البنيات ،وعما أن سياط الرياضيه سياط مجردة فمن يستظر أن تكون عتوده بحدد لأن كل واحده ميا يمكن أن يعطى لها عند شيك من التحققات انسحصة وقد كانت طواهر بطيعة هي عبارة عن تحقيقات مشحصة من هذا النوع، فإن مهمة الرياضيات تصبح -د كثره الظواهر الطيعة في أقل عدد ممكن من بدوين الرياضيه ومن لمة تصبح الصيراء هي الصياغة الرياضيه للطبيعة

» إن الاكشافات الحديثة لتي توصل إليها الرياضيون، أصاف حد مسوعة يتا من لسوع إلى درجه جمعب لبعض يفترح تعريف لرياضيات تكونها «وما يفعله الرديبول» وهناك شعور عام بأن تعريفاً واسعاً من هذا النوع هو وحده الذي بإمكانه استيعاب جميع لكشوف التي يمكن صمها في الرياضيات والواقع أن لرياضيين يعالجون اليوم مسائل لم تكن تعتبر في شاصي مسائل رياضية أما ماذا سمعونه في المنفل، فذلك ما لا يستطيع أحد التو به!

بيد أنه من الممكن تعريف الرياضيات، تعريفاً دقيقاً شيئاً ما، كما يلي «الرياضيات علم مهمه بصيف جميع أشكال ممكنة وتقديم لوسائل تقادره على إيجاد حلول لها» ان تعريف واسع عرضي، مع ذلك نه بدخل في لرياضيات أشياء لا نرعب فعلاً في أن يتضمنها تعريف ها

واعباراً فتنطبات هذا التكنات يمكن انعط، تعريف لنائي «ان الرياضيات علم مهمه بصيف جميع النيات الممكنة» وكلمة «سه» مستعملة هنا في معنى يحذف بدور شت، عن المعنى الذي يفهمه ميا عامه ساس تحت النظر إلى هذه نكلمه من خلال دلالتها الواسعة، بحيث تصبح فادره على أن تشمل، تعريف، كل شكل من أشكال

Walter Warwick Sawver Introduction aux mathematiques petite bibliotheque 8 ١,  
Paris Payot 966 pp 1 3

الانتظام يمكن إدراكه بالمعكر والمحد، وبأشخاص من طبيعة العصف، بل يمكنه، إلا أنه يوجد في عالم بعض لاطرد ولا انتظام. والطائر الذي يمتد بالربيع معروف عنها من خلال بحث لأشرطة بسوداء والصفر، أي ترتيب أحجامها، والإيمان يعرف أن عواسه يسع من سدره في التراب. أن التفكير في كل حاشه مماثله يشعر بوجوده، بوجود تصميم Pan

ن لسه هي شيء التوحيد الثابت نساً في عالم متغير على الدوام. ن انيوم ليس كالأمس، ولا يمكن أن يكون كدست تمام. ونحن لا نشهد ند الصورة لوحده من لراومه نفسها. إذا كان لعرف على الأشياء ممكن، فقد ليس راجعاً إلى أن الحصره تتكرر - سمر ر، سر لأن في سر حياه بيت متقى ثابته مطافه لنفسه. فبعد أن تحدث عن در حيا، أو عن «سر أم الترمع» فبني أتحدث حبيباً عن سه ما، تطل منتصفه بالدوام ولا سمر ر، على لرغم من أن سمر يعرف في البحر باسم ر

هد من جهة، ومن جهة أخرى، فيه لا بد لكل نظرية بشيده حول لرياضيات من ن أحد بعض الاعتدال هذين الجانبين معاً. قدره انبساط وسنطتها وبعد نظريتها في علوم بطسعه من ناحيه، وحماها وتأثيرها سحري في الفكر من ناحيه ثانية. ويبدو أن تعريف لذي قدمه برصي خانين معاً أن جمع العلوم مية على الاعتماد بوجود الانتظام في الطبيعة، وبالتالي فإن نصف مختلف أنواع الانتظام أي نصف أصناف الساب، يكسبي قيمة نظريته. والفكر يجد ذاته في ممارسه مثل هذه الأبحاث أن الضرورة والرغبة مسحتات في الطبيعة نوعاً. فإذا كان لقيام سرد لفعل إراء انسيات حاصبه بحيرة للحياه سواء لدى الإنسان أو لدى الحيوان، فمن الواضح أن يتوقع الشهور نالده في رد الفعل هذا تماماً مثلما يحدث في رد الفعل سائح من الجوع أو من الدافع الحسي

ومن المفيد أن نلاحظ أن لرياضيات الدين يشتغلون بالرياضيات المحص وحدها (= الرياضيات النظرية) والدين ليس هم من دافع حر يحركهم ويوجههم غير حساسهم ن «انصوره» الرياضيه، كثيراً ما أشاء أفكاراً ونظريات دين في ما بعد أنها ذات أهمية ملعة نسه إلى رجال العلم (= لعلم لطيفي، انميرييه) فلقد درس ليونان الاهنيج (أو القطلع لاقص Elapse) في أكثر من ألف عام من فام كلر باستعمال ما بوصو اله في هذا موضوع، في سنو محركات الكوكب، و نظرية «رياضيه الضرورية» نظرية لسيبة كاتب موجوده نده ثلاثين إلى خمسين عاماً قبل أن نجد لها ايشتين سطحاً فيزيائياً. ومن الممكن اعطه أمثله كثره أخرى مماثلة

وهناك من جهة أخرى عدد كبير من أهل النظريات الرياضيه وندت من خلال لبحث

Henri Poincaré Science et méthode bibliothèque de philosophie scientifique ٢ (٢٠٠٨), Paris Flammarion (1908)

في الطور غير تعيرياتيه، نظريات حتمية حد ، لا يردد أي من عمياء الرياضيات النظرية في صحتها في عمقه، قد تصف به من حدود حي

### السبب المتضمنة لدى الطبيعة

من الأمور الأخرى المثيرة للاهتمام، أن نجد في الطبيعة سبب و حده بمظهر عاكس في مظاهر متنوعة، كما لو أن عدد السبب يمكنه عدد محدود ب سببه التي يرمز بها الرياضيون ب  $2^d$  من تصادفها، على الأقل، في اثني عشر فرعاً من فروع العلم نجد في حذيقه، وفي بصوء، وفي الصوب، وفي حراره، وفي المعاطس، وفي الكهولاء سبانيكيه، وفي لسد انكهر باني، وفي الإشعاع معاطسي، وفي أمواج بحر، وفي طيران لحدوث، وفي دندسات الأحسام المطاطه، وفي ميكانيك الدر، هـ فصلاً عن وجودها في نظريه رياضيه معص، د ب أحصيه كبرى، نظريه سدوال التي من نوع د (س + ح ص) لي يمثل بها هـ حـ بعدد سحيب  $V$  .

إن التفسير المتخصص في لعلوم لطيفه وحده محظون عال عدم بطرون إلى مبادئ النظمه مشار إليها، كماديين مفصل بعضها عن بعض ومتممة عن بعضها بعض ب في ذلك صاعاً كبر للمجهودات ليست هناك اثنا عشره نظريه، بل نظريه وحده واثنا عشر طبقاً، يظهر فيها دائي الشكه بعضها من لعلاقات، أي اسه نفسها

إن التطبيقات التي نكتسب هذه لسطريه في لغربه يمكن أن تختلف عن بعضها بعضاً، يمكن أن تتغير، ولكنها، من وجهة نظر الرياضيات، تطورات سبائنه متطابق kientiques

إن هذه المفكره، فكره وجود لسه نفسها في ظروف مختلفه فكره بسيطه حد وبكمي لرحوع ب إلى أصلها ليوناني لحصل على مفهوم من أكثر المفاهيم روحاً في الرياضيات، ومعني بذلك مفهوم لنفس Isomorphisme . إن هذه بكلمه مشتقه من كلمتين يونانيتين (هما Iso ومعناه لشيء نفسه، Morphé ومعناه شكل بمعنى نكنه اذن هو الشكل نفسه) ولا شيء أكثر إثارة لمتعة الرياضي من اكتشافه وحده ويطابق شيئين بظر بينهما عادة على أنها متبرون . إن لعلم الرياضي، كما قال سوانكاريه، هو فن عطاء الاسم نفسه لأشياء مختلفه.

بمكاننا أن نساءل : لماذا نكثر غالباً عن هذه السببه لي تمثل هـ ب  $\Delta^3$  س ؟ إنه يسأل بصعب عن حافه الصوره تبايريقيه ذلك لأنه لا يمكن تقديم جواب نهائي عن هذا السؤال ولكن لفرض أب وحده نالفصل بعض الخصائص لي تجعل هذه لسه سه ملائمه بعدد من الحالات، هنا في هذه خياله سدس . لماذا تفصل طبيعه مثل هذه الخصائص ؟

(٣) انظر بخصوص هذه المفهوم الفصل الثاني من هـ الكتاب

وهو سيبقى في مذهب لا آخر من وضع ذلك يمكن عطفه نوع من حوت بخصوص وجود  $\Delta$  من وجود مكرر في لطيفه

إن سحابة بعيد حوت نهائي بسؤال «ماذا كان ليكون كي هو عليه» لا يعني أننا بصدد سؤال حوت من المائدة يد من الممكن أن نكتشف يومًا، أن جميع القوائم الخمسة التي تم اكتشافها، نتمتع بخصائص مشتركة ويمكن للعلم الرياضي، أن يكتشف عن أسباب التي نوفر فيها تلك الخصائص، أن يعتقد، ومنه آخر، في أن خمسة عدد سيكون دونه كثره للأحتمال الخمسة أن هذا شيء غير مؤكد، بطبيعته الخال، فكل الاحتمالات ممكنة ومن حوت العلم الرياضي أن يتطوع إلى تحقيق رغبتنا الخاصة، رعت في الاطلاع على الآلية لعميقة لكي نسر وفيها الكون، اطلعنا ديف

(٤) لا شك أن نسيج هذه بظاهره هو شيء من عدد الفيل جميع القطر وجميع الاتجاهات، في الفراغ، متساوية، فلا أفقية نقطة على أخرى، ولا لاتجاه على آخر ومن ثمة فإن القانون الذي يسري معقوله في الفضاء، يفرض يكون واحد بالنسبة في جميع النقاط والاتجاهات، شيء الذي يخصص عدد القوائم يمكنه إلى حد كبير أن العدد الثاني  $\Delta^2$  من 0 بشرط أن قيمة من (= سرعة) في كل نقطة تساوي متوسط نعيم التي يكون هي (أي دس) على كره مركزها نكث النقطة نفسها. أن هذا القانون يسود جميع نقط المكان في الفراغ بنفس الشكل، وبأساطير صوره ممكنة

## ٧ - الرياضيات والصياغة الأكسيومية<sup>١</sup>

من معلوم أن جماعة من الرياضيين الفرنسيين شباب قد نهضوا عند أوائل الثلاثينات من هذا القرن، في صياغة مختلف فروع الرياضيات صياغة أكسيومية على أساس نظرية لمجموعات ومبدأ دنت الوحد وهم ممنوعون متساويين ويشترطون أمثالهم تحت اسم واحد مستعار هو بيكولا ب. ساكي. ومن أهم لأبحاث التي صدروها، تلك التي صمموها كتابهم العظيم «صوب الرياضيات» ومن مقدمته الكتاب الأول نفس العقبات الثانية، وهي تعني بعض الأصوب على نهج لأكسيومي وعدم «ما بعد الرياضيات» التي يعبر امتدادا ونسوبا

«مد اليونان» وانس يعتزرون الرياضيات مرادفة للبرهان، بل ن بعضهم بحث في إمكانية الحصول على برهان، خارج الرياضيات، سلعى الدمين الذي أصغره يونان على كنهه برهان، والذي سري لميكته في هذا بحث صحيح أن هذا المعنى لم يعبر، لأن ما كان يعبره أوليئدس برهان هو كدنت بالنسبة إلنا نحن وصحيح أنص أنه في العصور بني تعرض فيها لبرهان الرياضي لنضعف والاحلال، والتي وجدت الرياضيات فيها نفسها مهلهة بالخطر، كات مداح برهان بحث عنها عند اليونان ولكن صحيح كدنت أنه قد تصادف إلى هذا الميراث الخليل، مدفرن، اجازات هامة جد

والواقع أن تحليل آلية البرهان في مصوص محذره مدوه قد مكّن من استخلاص لسيه لخاصه به، سواء معلق الأمر بمعنى أو مدسي وهكذا تمّ لوصل إلى السبحة لاليه، وهي أن نظريه برناصه المعروفة بوصوح كاف، يمكن اسعم عنها مدعه اصطلاحه لا تشمل إلا على عدد قليل من «البيانات» الثانيه (= الامامعيره) يتم انتايف بيها حسب قانون لدمركس يتكوّن من هو عد قليله يحترم احترامها دائما وانظريه لي تعرض مدنا لشكل يقاب عنها به مصاعه صياغه صورته (رمره) Form a. sée من مقدم عرض عن دور من أدو. عنه

Abel des Bourbaki: *Éléments de mathématique* (المؤلفات العلمية والهندسية) Paris: Hermann, 1939, livre 1: *Théorie des ensembles*

المنطوق بواسطة التصريحات والمواعيد الخاصة بها، هو نوع من أنواع الصياغة الصورية، مثله في ذلك مثل عرض الجدول التوافقي. وكذلك شأن أيضاً بالنسبة إلى عبارات الحساب الجبري لعادي، فإنها هي الأخرى تصح شكلاً من أشكال الصياغة الصورية لو أن القويين التي تستعمل بموجبها الأنوس - في عمليات الجبرية - قوانين مقبولة بدقة، ويُتقيد بها بصرها غير أن هذه القواعد لا تستعمل، في الواقع، إلا من خلال الاستعمال، و من هذا الاستعمال نفسه يسمح بحرقها أحياناً

إن الشخص من صيغة العرض الصوري لطرفه ما، لا يطلب سوى نوع من الأساء الآلي، وهذا راجع إلى أن الأخطاء التي يمكن الوقوع فيها، في طرح أساليب أو ما قد يكتب هذا العرض من طوب أو تعقيد من أجل ذلك كان العالم الرياضي كثيراً ما يصح نفسه في رمل له بعدم نه سائح عمليات حسابية جبرية، إذ ما سبق نه أن تلك العمليات غير طوية، وأنها قد تم القيام بها ك يرم من العناية وعلى عكس من ذلك لطريقة التي تعرض بطريقة غير صورية؛ إنها في هذه الحالة معرضة لخطأ من أخطاء الاستدلال، خطأ قد يجر إليه مثلاً، عدم الاحتياط في استعمال الحدس، أو اللجوء إلى المقاييس ومبادئه ولو مع أن البحث الرياضي الذي يريد التأكد من صحة وصحة برهان ما، قبل كان ساجاً إلى الصياغة الصورية الكاملة التي أصبح بإمكان يوم القيام بها بل نه عائد ب يتقاعس عن الاستعانة حتى بالصياغة الصورية الجبرية لفحصه التي يقدمها له الحساب جبري أو غيرها من الصياغات مماثلة إنه يقع في لعاب بالوهف عند المراجعة التي يشعر فيها بفصل جبره وحاسه البرهان، أن ترجمه هذا العرض إلى لغة الصورية من يكون سوى نوع من أنواع التدريب على ثانوه والصر (تدريب متعب بدون شغل) وإذا ما حدث أن تعرض عمقه هذا بعض لشكوك، وهذا شيء يحدث مرر كثره، فإنها - أي الشكوك - ستركز حول إمكانية صياغة صياغة صورية بدون أدوس، إما لأن كنهه نه يعيب قد سمعت في معاني عمقه باختلاف اساق، وإما لأن قواعده التركيب نه محرم الاحترام السلام نسب استعمالاً لتعوي لأشكال من الاستدلال لا يسمح نه هذه القواعد، وإما لأن خطأ مادياً قد ارتكب، وإذا نحن شئنا هذا الاحتمال الأخير، فإن تصحيح الخطأ لا بد أن يتم عاجلاً أو خلا بطريقة واحدة لا تسد، هي صياغة ذلك العرض صياغة أقرب ما تكون من الصياغة لصورية حتى، أي ليس بهذه الصياغة في لدرجه التي يرى الرياضيون نه مما لا طائل تحه نصي إلى بعد منها وبعداء جري، إنه اللجوء إلى انداره الصريحة، فربما، مع قواعدها صورية، تتم محاولة تصحيح العرض الذي يقدمه الرياضي حول نظريه من انطريات

و يحتاج لأكيومي في معاه لأصلي بس شش آخر سوى من عرض المنطوق بشكل جعل من سهل تصور صياغتها بطريقة مرنة، ولا يتعبو الأمر نه يخرج جديد غير أن ستعنه بشكل مبهجي ومفس كاده للاكتشاف هو من سن العالم الأصلية لرياضيات معاصره وقد ك تصدد تحرير أو قده بعض مصاع صياغة صورية رمزية غير مهم، ليس عطاء هذه الكلمة أو هذا برم، هذا يعني أو ذلك، أو عدم عطاء أي معنى للهم، هو فقط، التصديق بقواعد الصياغة واستعمالها سيجب وهكذا، فالمعلمات حساسة



أخرى نفسها، يمكن كما نعرف جميعاً، أن نستعمل حل مشاكل تدور حول (لور (الكيموغرافيا) أو الهند (الفرسكات) أو حول أشكال هندسية كالقطع المكافئ، أو السرعات المتسارعة بانتظام. وبذلك ميرة تطبق، للسبب نفسه على كل نص (= نظرية) يعرض بالطريقة الأكسيومية.

إن هذه الإمكانيات التي يمددها لنا المنهاج الأكسيومي، إمكانيات إعطاء مضامين علمية عديدة للكليات أو المفاهيم الأولية التي ترد في نظرية ما، هي داعية مصدر مهم لإحداث صوره الرياضي على الهندس، الهندس الذي ليس من الضروري أن يكون من طبعه حسيه أو مكانيه (هندسه) كما يعتمد أحياناً، بل الهندس الذي هو بالأحرى نوع من المعرفة بسلوك الكائنات الرياضية، معرفه تتصل فيها الباحث أحياناً بصور من طبعه محسوسه حد، ولكنها معرفه تعتمد على كل شيء على معاني تلك الكائنات يومية. وهكذا تتأدى، علماً، عندما يكون إراء نظرية ما، إلى دراسة جهة من الخصائص يميل عادة في هذه النظرية، وتدرس كيفية منظومية في نظرية أكسيومية عامة تصمم النظرية المذكورة كحالها خاصة منها (مثال ذلك الخصائص التي يرجع أصلها التاريخي إلى حالة خاصة أخرى هذه النظرية العامة). وأكثر من ذلك، وهذا ما يعمد بالخصوص في هذا الكتاب، فإن المنهاج الأكسيومي يسمح لنا، عندما يكون إراء كائنات رياضية معقدة، نحل خصائصها ونسطها بعدد قليل من المفاهيم وبعبارة أخرى، وهذا يستعمل كلمة لتحديد المقصود منها بدقة في ما بعد، فإن منهاج الأكسيومي يمكن من نصف ذلك الخصائص حسب لسيات التي تسعى إليها، (مع العلم بأن به واحد يمكن أن يشمل كائنات رياضية مختلفة).

\* \* \*

وكما نلاحظ استعمال مصطلح لغة ما، سبق فواعدها (لغوية)، فكذلك المنهاج الأكسيومي فقد استعمل هذا المنهاج من اكتشاف الألعاب لمرمره برمن طويل عبر أن استعماله نوعي لا يمكن أن يتم إلا بمعرفة مبادئ اللعبة التي تخص هذه الألعاب وعلاقتها بالرياضيات المتداولة. وبذلك مسداً أولاً في هذا الكتاب شرح لغة المرمره، بل سيعرض أيضاً لمبادئ العامة التي يمكن أن تطبق في ألعاب مرمره أخرى معقدة، ولو أن لغة واحدة من هذه الألعاب تكفي في موضوعنا هذا. وارتفاع أنه سي كان حسن بعدد من قبل كل فرع من فروع الرياضيات يتطلب نوع خاص من الهندس تحته تفهمه وحقائقه الأولية، الشيء الذي أدى، ضرورة، إلى تخصيص كل فرع من فروع الرياضيات لغة مرمره خاصة، فإن نعرف اليوم به من الممكن، مطلقاً، اشتقاق الرياضيات الحديثة، هذه المرمره، من مصدر واحد، هو نظرية المجموعات. وبذلك فإنه يكفي لفهم بعض مبادئ لغة مرمره وحده، وبذلك كيف يمكن أن تعرض بوسطها نظرية المجموعات، ثم ساء كيف تدمج في هذه النظرية فروع الرياضيات لو حده هو الأخرى. إن لا بدعي بـ محاولة هذه سبيل صالحة إلى الأبد، من الممكن أن يتم (رياضيات) يوفق على استعمال طرق أخرى في الاستدلال، لا تقل صدغه لأكسيومية التي يعمدها هذا وفي هذه الحالة سيصبح من

نصوري بوصف قواعد لصياغة، هذا إذا لم يتطلب الأمر لعبول قداماً عن هذه لصياغة في طريقة أخرى أو مستعمل وحده هو لدي مسعر من تحت القلم.

\* \* \*

على أنه بوجدت رياضيات بسيطة مثل بساطة لعبة الشطرنج، فكيف عرص  
سرمين بساطة لعبة الرمريه لي حزننا، كما فعل مؤلف كتاب في الشطرنج، إذ  
يكتفي بسجل الأجزاء التي يريد تعميمها مصححونه بعض رجال ونكن لأموه في  
لرياضيات ليست مثل هذه لسهوله ولا شيء كالمهارة النظرية يستطيع ابداع مرة بمسحاله  
تحقيق هذا مشروع قائمات لأولى لنظرية مجموعات بسطت وحدها مثبات من لرمور  
بكي يصح في الأمكن صاعده صاعده صورته رمريه كامنه وبذلك سيكون، من الأجزاء  
لاون من هذا كتاب مام صروه تعرض نفسها، صروه احصا لصياغة لأكسيومه  
بوجدت كتاب جديد تسمى «لرمور» مختصرة وقواعد تركيبية اضافيه (تسمى «المعبر  
الاستنتاجية») وهذا يصح أمام ألعاب أكثر مرونة من اللعبة الرمريه بمعنى تعدي لكتمه،  
لغات يشتر الرياضيات ما دامت بحريه فعله، انها بمثابة كتابه سيوعرافيه (احتراسه) بقعه  
الأولى، هذا في وقت نحن فيه عبر مبينين عد من أن لرمور من حدى هذه اللغات الرمريه  
العامه في أخرى يمكن أن يتم تكيفه بيه محض، شيء الذي يسوحن، على الأقل، تعقيد  
انواعه التي يحكم في سعيان الكتاب الخديده إلى درجه تصبح معها غير معبده تمام  
هذا وكما هو لشد في حساب الحزري وفي جميع لرمور التي يستعملها الرمريه عاده،  
تعص لانه مرة على فة أخرى أكثر كمالاً من اساحيه النظرية، ولكنها أقل ملاءمه إلى درجه  
كبره جداً

وكما سري لقارئ، فإن سعيان هذه اللعبة المكتمه يكون مصحوباً دائماً  
بـ «استدلالات» من نوع خاص، استدلالات تسمى من بعد رياضيات  
Metamathematique. إن هذا نفس، إذ يعبر النظر بها عن بدالته التي يمكن أن تعطي  
للكتاب واحتمل التي يكون منها بعض الرياضيه المصاعه صياغة أكسيومه، بعد هذه  
بخصوص نفسها كأشياء حد بسطه، ومعطاة مسبقاً، لا لهم فيها إلا ترتيب الذي يرمي به  
وكما أن كتاب تكيمياء، مثلاً، يعبر مسبقاً عن بسطه تجربه ما تجري في ظروف معينه، فإن  
هـ استدلالات ما بعد الرياضيات تعمل هي الأخرى، عاده، على تأكيد أنه بعد بسطه  
مساعه من لعمليات التي تجريها على نفس من نوع معين تتأدى إلى نفس حرك سيكون من  
نوع غير ذلك النوع

## ٨ - الهيكل المعماري للصرح الرياضي<sup>(١)</sup>

يكفي القارئ الذي يهتم به، أهمية كبرى من حيث أنها إحدى مراجع الأساسيات التي يحددها، كيفية مركزه وعمقه، وحيث نظر جماعته بكونها سورماكي، أي جماعة الرياضيين الفرنسيين الذين دأبوا منذ الثلاثينيات من هذا القرن على عتاده صياغة الرياضيات، صياغة أكسيومية على أساس نظرية المجموعات، بفعاله يطرح عدة قضايا أساسية في فلسفة الرياضيات، يهتف بين المنهج الأكسيومي والبرهان الترميزي الصوري (المطلق الترميزي)، دور الحدس في الرياضيات المعاصرة، وسعيه هذه الخمس والأهم من هذا ودأب هو أن يفعاله بشرح السائد الدارج للرياضيات المعاصرة، البنيات - الأم في المركز، ثم استيف لمصرعه عنها أهداف إلى حيث أن يفعاله تتضمن مد على خصوص الاتجاه الأكسيومي كمن يطرح مشكلة العلاقة بين الرياضيات والتجربة مما يجعل من هذا بعض منه ويوضحها بنفسه الناس هذا منه الفاردي، في ضرورة الرجوع إلى ما كسبه في الفصل الخامس من هذا الكتاب حول استيف ونظرية الترميزي يمكن من استدراك بعض فقرات يفعاله التي بضرورة ترجمتها بعد أن عرصا بتفصيل، في الفصل سبكو. بلفصلا التي تحدث عنها

### النزعة المنطقية والمنهاج الأكسيومي

وب كذا يتضح مثل محتفب المعلومات التي أشرد إليها أعلاه، حتى حين لناس في بدايه هذا القرن أنه وقع لتحلي مبادئ عن اعزاز لرياضيات عن سبب بموضوع ومباح حصص به بعد ساد الاعتماد بأن الرياضيات مجرد سلسلة من الصور يقوم كل منها على مفاهيم خاصة ومحددة بدهه، فهو يرتبط بينه وألف رابطا، لشيء الذي يجعل مباح كل من منها قادراً على إعطاء الصور الأخرى، كلها أو بعضها (براشييك، مراحل الفلسفة الرياضية، ص ٤٤٧) أما اليوم، وعلى العكس تماماً فذكر، فإن برلي لسائد هو أن

Nicolas Bourbaki. « L'Architecture des mathématiques » dans François Le Lionnaux (١) *Les Grands courants de la pensée mathématique* nouvelle éd. augmentée l'humanisme scientifique de demain (Paris A. Blanchard 1962)

منظور له حتى نسلم برياضي مد عمل، على الرغم من جميع مستطهر بحالته، على توثيق  
عري لوحده بين مختلف آخر له أكثر من أي وقت مضى، و به بالإضافة إلى ذلك، حتى فيه  
بوه مركزية تمنع استخدام لم يعرف له قبل من قبل لقد عمنه هذا منظور، في جوهره  
على نظيم ومبجحه علاقات لقائمه بين مختلف النظريات الرياصيه به النصوص الذي يعكسه  
و يعرف عنه ذلك الاتجاه الذي يظنّ عليه، كيكفه عامه، سم، منهاج لأكسيومي.

يظنّ على هذا الاتجاه أحداً سم «سرعه لرمية» ormalisme 'و منهاج لرمي»،  
وهو ينادي إلى ليه إلى ذلك الخطر الذي يحتم عن الخط الذي يسببه هذا  
المصطلح بل قد يفقد إلى مزيد من الضغط وبعده وهو بالضغط ذات خصوص  
لأكسيوماتيست على متعلله به يعرف جميعاً أن به مع الرياضيات من الخارج هو ذلك  
«سلسلة الطويده من الاستدلالات» التي تحدث عنها ديكرت، والتي تجعل من كل نظريه  
رسميه سلسله من بعضا يسبح بعضها من بعض، حسب قوانين منطق، هو أساس،  
ذلك الذي تمّ نصبه من اسطو، والمعروف بـ «ينطق الصوري»، منطق يتمّ بكشفه بشكل  
بديي يجعله سلاء مع حاجات وأهداف رجل لرياضيات ومن هنا صار من الأمور  
بوصفه مبتدئه، لقول بأن هذا «الاستدلال الاستباحي» هو مبدأ وحده رياضيات عبر  
أن لاقتصر، في هذا المعاد، على ملاحظة سطحه، كنهه، لا ساعد فقط على إدراك درجه  
لعمقه الذي يتم به مختلف النظريات الرياصيه، عما مثله أنه لا يجوز الجمع بين الصريه  
والبولوجيا، مثلاً، في علم واحد، ندعى أنها معاً يظنّ منهاج التحريبي أن هذا النوع  
من الاستدلال - الذي يبراد جعه مبدأ وحده الرياضيات - القائم على سلسل لأقسيه  
منطقيه هو عنده عن أداه تحويل، منطق بدون كبر، على جميع أنواع المقدمات، وبالتالي هو  
لا يستطيع إصف أي علاج خاص على هذه المقدمه أو ذلك ونعده أخرى به لصوره  
الخارجيه (= بصوره في مفصل هذه Forme) التي يعطيه لرياضي لتفكيره به المنطقه التي  
يجعل هذا التفكير بدلاً للوصل والتطيق مع أنواع أخرى من التفكير، به، بأوق عنده،  
نعمه الخاصة بالرياضيات، ولا يعني لحدّ به عن شيء، حرّس تقين هذه المنطقه وبريب  
كنها، وبوصيحه نحوها (= قواعدها) شيء مقصد حدّ، وهو يشكل فعلاً وجهه من وجوه  
منهاج لأكسيومي، الوجه الذي يمكن أن يظنّ عنه حقاً اسم الرميه المنطقيه Le forma  
isme logique (أو كما يقال أبداً «لرحسيت») ولكن، وهذا ما يدع عنه، ليس هذا  
سوى وجه واحد، الوجه لأهل أهميه

إن ما يصعبه لأكسيوماتيست هدفاً أساسياً له، هو التصبّط ما لا يستطع الرميه المنطقيه  
وحدها لقيام به، يعني بذلك جعل الرياضيات منطقاً عميقاً وكما أن منهاج التحريبي يطلق

(٢) إن جميع الرياضيين يعرفون أن أعمال لا يكون «مفهوم» تمام الفهم بـ دام الاهتمام محصور في  
النقص، جهودهم من صبحه الاستنتاجات بوردته، دون محاولة لقيام بنصو واضح للأفكار التي  
قادرت على تفصيل طريقه بـ هذه المنطقه من الاستنتاجات على الطرق الأخرى

من لايمان، غنا مسبقا، بدوام فو بن الطبيعة، فإن المنهج الأكسيومي يجد نقطة ارتكازه في الاندفاع بأنه إذا لم يكن الرياضيات مجرد سلسلة من الأفكار المنطوية بحري بالصدفة، فإنها ليست بالأخرى، مجموعته من العمديت والأصانيد - سدكة استجوبه، ولا مجرد مفاربات عباطية يصنع فيها اختراعه انفسه انحصر وهكذا، فحث لا يرى ملاحظ الذي لا يشاهد إلا ما هو سطحي، سوى نظريتين أو أكثر، مفضضة كل منهما عن الأخرى، في الظاهر، وبغور، فصل تدجين عمرية. حل رياضي، - لاسان مساعده (براشفك، نفس المرجع، ص ٤٤٦)، يمثت المنهج الأكسيومي على البحث عن لأسباب العميقه هذه، سي لاحظته صاحب، ولكتشف عن الأفكار العامة لشركه المحشبه بح الحمار لخارجي سجرجات الخاصة بكل واحد من تلك لنظريتين أو نظريات، كما يدفع هذا المنهج، إلى استخراج تلك الأفكار العامة وعرفها عن تجريبات، قصد درستها ولقاء انصوء عليها

### المنهج الأكسيومي والبنيات الرياضية<sup>(٣)</sup>

كيف سم ذلك؟ هذا يعترف الأكسيوماتي، قترأنا أكثر، من المنهج التجريبي به، إذ يعرف من المعين الديكارتي، يعمل على تجزئة الصعوبات حتى يستطيع حلها بطريقة افضل، وهكذا، نعلم أن تحديد البراهين الخاصة نظريته من النظريات - ليسهلص منها حقيقتها الأساسية التي تربط سلسلة لاسدلالات التي تشمل عليها تلك البراهين، ثم بعد أن يأخذ كل واحد منها على حدة ويضعها كمنداً مجرد، يعمل عن استخراج نتائجها، ليعود حيراً إلى النظرية المدروسة، فيؤلف من جديد بين عناصرها الأساسية التي سبق عرفها، ويدرس كيف يؤثر بعضها في بعض - نعم ليس هناك أي جديد في هذه المواجهة بين التحصيل والتركيب، ولكن أصالة المنهج كامة كلها في انكساف التي تطو بها هذه العمديت لتحليلية التركيبية

نعل ما قناه قبل، يكفي جعل القارئ بأحد فكرة، واصبح نوعاً ما، عن المنهج الأكسيومي - لقد نصح مما سبق أن أقرر فوئد هذا المنهج هو أنه منهج يحقق اقتصاد كبير في الفكر أن الباحث لرياضي لندي يطلق منهج الأكسيومي بصرف تكامل اهتمامه إلى «سياسات» التي هي أدواته في العمل والبحث وهكذا فبمجرد ما يتبين العلاقات التي تقوم بين العناصر التي يدرسها والتي تكفي - أي العلاقات - محصون على سة من أويات معروفة يصبح ماسك بالخيار الذي سظم المضامين العامة لتعلقه بجميع الساب التي من هذا النوع، لشيء الذي ليس بإمكان الباحث، غير العمل بالمنهج الأكسيومي، للحصول عليه إلا بعد بحث طويل ومض عن أدوات أخرى، غير الساب، توفيق فديتها عن موهبته لشخصية وتقرون عاب بفرصيات حدسية عقيدة مدعه من خصائص الخريته للمشكل

(٣) هذا المو، والذي يدعي من وصفه (المرجع)

سدرومر ودد، يمكن تصور إن المباح الأكسيومي هو «النظام البيلوري» الخاص بالرياضيين

عن أن مقارنه مباح لأكسيومي نظام بيلور لا يعني جميع خصائص هذا مباح، حيث أن الباحث الرياضي لا يقوم بأبحاثه بكيفية الت، مثلما تشتغل العناصر كحصة من 'نفسه التي تسمى فيها في العمل هناك عصر آخر يقوم بدور هام في البحث الرياضي، يجب أن نرى، به نوع من الخسار حاصر، مختلف تماماً عن الخسار الحسي معروف لدى جميع الناس، انه نوع من الخسار مباشر (مباشر على كل استدلال) يمكن الباحث الرياضي من توقع حدوث لكائنات برنسية لي تعامل معها، والتي أصبحت لديه، نظرية يعيشها هذه صيغة، مألوفة بالدرجة نفسها التي هي مألوفة بديك كائنات لعدم الواعي هذا ما يجعل لكل شيء رياضي به خاصية به، به تتردد فيها أعداداً حداثية خاصة بدرجة من النظريات التي سبق استجواب الأكسيومي أن الشخص منها تلك الشيء، كما نرى ذلك أعلاه. ب هذه الأعداد خدسه هي، ندرسه إلى لباحث سدي يكشف فجأة هذه البه في الظواهر التي يدرسها، بمثابة بناء مدعت، يستقطب، دفعة واحدة، لتتبار الخدسي لتفكيره، ويوجهه إلى وجهة أخرى عبر منظره، وبسر صوء خديد امشهد الرياضي الذي يحرك به

بحال الآن نرى صرح العالم الرياضي كنه، سحدين من تصور لأكسيومي دليلاً ومرسداً من يؤكد أن الـ بعد في هذا الصرح ذلك لتتبع لتقنيدي الذي يقتصر، مثله مثل لتصف المبرهن لأبوع الخويبات، عن تصيف النظريات على أساس مشابه مظهرها الخارجه وهكذا، فندلاً من الخمر والخبيل، ونظرية لأعداد، والهندسة، التي كان يُنظر إليها كمفروض يمكن كل منها شيئاً خاصاً به، ونسمع بامتثالها، سحدين مثلاً نظرية الأعداد لأبويه حيث إلى حيث مع نظرية منحنيات الخرية، كما نجد الهندسة الأوقيديدية مبرنة مع معادلات التكملة أما مبدأ هذا العظيم الخديد، لمفروض الرياضيات، فليس شيئاً آخر غير مبدأ برانت لساب برانت هرباً مدرجاً، يسير من البسط إلى المركب، من العام إلى الخاص

وهكذا نجد في مركز الصرح الرياضي لعام، لأصناف الكبرى من لبيات بيبيات - الأم، إذ صبح لتعبر وكل صنف منها بفس سوعاً كبيراً فيبر جانب البه لعامه، أو البه - الأم، التي سبي على أقل عدد من الأوليات، هناك بيبيات أخرى فرعة تحصل عليها بإضافة أبواب أخرى إلى هذه البه العامة، البه الذي تترب عنه نتائج حسنة وفيرة، وهكذا، فنظرية الرمز المؤسسه على أوليات عامه صاحبه لجميع أصناف الرمز،

(1) نظام بيلور Systems Baylor طريقة في تنظيم العمل داخل مصانع الكبرى، كمصانع سيارات ملاح حيث يتم العمل بشكل منهجي و6 بيح للعامل أية فرصة - درصاعه الوقت ويناديور مهندس أمريكي صاحب هذا نظام (1906 1910) (مترجم)

وهي الاسباب التي شرحها انفا ، نخصص في حروفها نظرية خاصة بالمرمر النهائي (ونحصل عليها بإضافة وية جديدة، إلى أوليات المذكورة. اوية نص على أن عدد عناصر بمرمره النهائي) ونظرية أخرى خاصة بالمرمر الأيسر Graines Ache ions (ونحصل عليها بإضافة أوسه جديدة نص على أن ص سط ص = ص سط ص، فهي كتاب ص، ص) ، كما نخصص أيضا نظرية ثلثة خاصة بالمرمر الأيسر نهائيه (ونحصل عليها بإضافة لأوسين سكو بين انفا، إلى أوليات بمرمره العامه) وهكذا أيضا نغير في مجموعة بمرمره مجموعة بمرمره كنه لمرمره، ومجموعات حده لمرمره الأولى هي المجموعات التي يمكن أن نبدأ بها فيها من أي عصر مر عناصره (والتي نخصص لثلث سربب الذي سربب به عادة لأعداد بصححه أو لأعداد حقيقية، ما الثانيه وهي تحظى باهتمام كبير من طرف الرياضيين، فقد سميت مجموعات حده لمرمره، لأن كل مجموعة حربه فيها تتوفر على عصر أصغر من جميع عناصره الأخرى (يكون مقامه كمقام أصغر بالأسس إلى الأعداد البصحه)، هذا، وهناك شرح مماثل في سياق نظريولوجيه

وبد نحن انتعدين قليلا عن هذا المركز، وحدثت شيئا يمكن أن نطبق عليها اسم سياج مزدوج multiples، وهي سياج يتبع من مجموعة من سرببين أو أكثر من الاسباب - الأم، مراوغة قوامها، لا مجرد الجمع واستركم (شيء الذي لا يأتي بأي حده)، من التأليف العضوي الذي هو عباره عن عملية جمع، ثم نوسطه أوسه وحده أو أكثر، بشرط الاسباب المزاجه بعضها إلى بعض شداً مستسا. وهكذا نجد مثلاً البحر الطوبوسوحي الذي يدرس لاسباب التي تشمل في ب واحد، عن دبوب مركبي - وأكثر - وطوبولوجيه واحده، يرتبط بينها الشرط الثاني وهو أن لعمليات الحربه يجب أن تكون دولاً منصفه (لنطوبولوجيه الحده)، لتحديد قيمها بالعناصر التي تؤسس بينها سربب. وسه كما نجد أيضاً الطوبوسوحي الحربه التي تسول مجموعات من لفظ لكسبه، لتحديد نوسطه حصائص طوبوسوحيه، كعناصر يجري عليها قوس لتركيب وهناك ثالثاً نتائج خصه التي نحصل عنها بالتأليف من السباب الحربه، واسباب لمرمره

وبعداً عن هذا أو ذلك، بدأ في ظهور لظريات لخاصه، بمعنى لكسبه، التطريف التي نتج من عطاء فرديه صميره خاصه لعناصر المجموعه لدروسه العاصره التي سقى عبر محددته محتوى دحل لاسباب - لأم. وهذا ينتهي مع فروع الرياضيات بكل أسسها الدوال التي يكون معبرها عدد حقيقي أو مركب، هندسه التفاضليه، هندسه حربه، نظريه لأعداد لعدد فعدد لأن هذه فروع، أو التطريبات، ستفلاها لآ في السباب كسب تسمع به

- (5) قيل صاحب نظرية أن تطريبات شرح فيها مفهوم بمرمره وخصائصها، ولم يرد ضرورة أن هذه تطريبات - لأن سربب بتعريف نظريه المرمر في القصبه الخاصة بمرمره العاصره التي سقى به (6) بمرمر (نظري) الذي يستعمله هذا سربب في تطبيق علاقته كعلاقته جمع أو بمرمر مثلاً نظر بعض الخافين من هذا الكتاب (7) نظر القصبه سالب مرمره كذا.

من قبل = من الصناعة (أكسبوم)، وصاحب غيره عن «متمنى طرق» نشاطه فيه  
ونسباً لتأثير، عدة سياج رصيه كثر عمومته

## الأكسبوماتيك وعلاقة الرياضيات بالواقع التجريبي

لم يشأ هذا التصور، حديد للرياضيات، الذي حاول عرضه أعلام، دفعه واحداً  
من بعد كان نتيجة نحو مواضع من أكثر من نصف قرن<sup>٨</sup> سطو عرصب سببه مفهومه  
عسفه، سواء من حيث لفلسفه، أو من حيث الرياضيات أنفسهم بعد قل كثير من علماء  
رياضيات ومنه طوبه، يرون في الأكسبوماتيك مجرد مهارة منطقية فارغة، عاجزة عن إعطاء  
نه نظريه ومن دون شك فإن هذا الفهم كان نتيجة خدش تاريخي عرصي والصبغات  
لأكسبوميه الأولى، وقد ترددت ضد هذه شكل وسم، (مثل الصناعة لأكسبوميه بحساب  
بي قام بها كل من ديدكند Dedekind وسانو Peano والصناعة الأكسبوميه بهندسة  
لأوهبيدي التي قام بها هير (Hilbert)، تساوت صعوبات وحيدة القيمة Univalentes أي  
طردبات محددها تحديداً كاملاً، منظومه العامه لأوسها، المنظومه بي لا فصل لطبق  
بالتي، على أية نظريه أخرى غير ذلك لي استخلصت منها (وذلك على العكس تماماً مما  
رأيناه في نظريه الزمر) إنه لو كان الأمر كذلك بالنسبة إلى جميع لبيات، لكنت استدعوى  
بي مسبق نعم إلى امتحان الأكسبومي، دعوى مشروعه ومبرره كعمل التبرير ولكن هذا  
لمتاح قد برهن على ديماميه ومطوعيته خلال استعماله وإذا كان هناك من لا يزال يشتر  
من هذا المتاح، فإن هذا راجع إلى كون لفكر طبيعته شعر بالعبء عندما يطلب منه، حين  
يكون أمام مشكلة مشخصه، بعدم تحديد (يسمى بحريه عالماً وحماً أحياناً)، غير ذلك  
الحدس الذي يوحى به مباشرة المعطيات ذاته أمامه، حدس لا يقل حصونه عن هذا  
الحدس المشخص المباشر

أما بالنسبة إلى اعتراف صيات لفلسفه فهي تناول ميداناً لا تمتد الكفاءة صلاحه  
لتخصص فيه بعد يعني بذلك المشككة الكبرى التي تطرحها علاقه العلم لتجريبي بالعالم  
لراديبي أما أن يكون هناك اتصال وطيد بين الطور التجريبي وبيات الرياضيه، فذلك  
ما يبدو أن لعيريه معاصره قد أكدته بكيهيه لم تكن مستطوره ولكن، رغم ذلك، فإن تحول  
الأسباب العميقه التي تجعل هذا لا تنصاح محكناً، وري سطر جاهلير بذلك إلى الأبد وعلى  
أية حال، فهناك ملاحظه يمكن أن تحمل لفلسفه في استئصال على مريد من الخلد وانثروي  
لقد بدلت مجهودات صحمه، قبل التطور الثوري الذي عرفته انصريه الحديثه، من أجل  
سحراج انرياصيات، مهما كان الثمن، من الحقائق لتجريبية، حاصه منها الخدوس المكانيه  
المباشرة ولكن الذي حدث هو لاني فمن جهة أوصحت فيرياء الكوانتا<sup>٩</sup> أن هذا الحدس

(٨) كتب لغاه في أواخر الأربعينيات (مترجم)

(٩) انظر الجزء الثاني من هذا الكتاب



«ماكروسكوبي» موقع بدون ظهور «مكروسكوبية» من طبيعته محسنة تماماً، طواهر ستمي  
 إلى فروع من الرياضيات يمكن تصور بها سنطو في اهدوم سحرسة ،من جهة أخرى  
 أصبح منهاج الأكسيومي أن حقائق لي كد سطر منها على أنها تشكل نحو الرياضيات  
 حسب في لوقع سوى مظاهر حركية لصور. بـ مدهيم عامة حد ، م يكن نكظ مظهر تحد  
 فقط من حصلتها ومكاناتها، وديك، إلى درجة أن هذا الاندماج الخفي بين الرياضيات  
 ، بوقع التحريبي ندي كثير ما طبقت بـ كامل ضرورية واستحالة، م بعد في نهاية  
 المذهب، سوى انشاء عرصي من علمين نفوه بينها روطه هي من لطفاء أكثر م كد يحرص  
 قسياً

بـ ان الرياضيات في اسطور الأكسيومي، عبارة عن حراب من الصور مجزأة، أي  
 الرياضيات الرياضية، والذي تحدث دون أن يعرف ماذا؟ - هو أن بعض مظاهر بوقع  
 التحريبي تكوّن في بعض هذه الصور ، وكأنها قد أعيدت من قبل هذا العرص ولا يمكن  
 نفهمه، بطبيعته الحد، بـ يحايل أن كثير من هذه الصور كانت في الأصل ذات محتوى  
 حدسي محد ولكن فروع هذه الصور، مكثفه إداية، من ذلك محضون حدسي، هو  
 بالضغط ما جعل يعرف كيف يعطيها كل لعائلة التي كانت لها بالقوة، ومعدل نامعمل)،  
 وكيف جعل منها صور نقل نفس ت حديده، ويقوم بدورها بـ كامل كقول

به فقط هذا المعنى نكنمه «صورة» يمكن نفهم إلى منهاج الأكسيومي صياغة صورية  
 بعض Formalisme إلى الوحدة التي منهاج منهاج الأكسيومي لرياضيات ليست ذلك  
 الملامح الذي يقدمه انطق بصوري، ليست وحده هكك بدون حياء بل أنها لظاهرة الحيويه  
 المتعديه خصم في ريعان نموه، إنها لأداء المربه لخصه اني ماضم في صيغها، نوعي، منه  
 كوس Causse، جمع الرياضيات الكبار، جميع أولئك الذين عملوا دوماً على تعويض «الحساب  
 بالأفكار»، حسب تعبير بوجون دبرشي «Le cane - Dmchet»

## ٩ - حدود المنهاج الأكسيومي<sup>(١)</sup>

يعالج هذا النص الذي نفسه من كتاب بلاشي «الأكسيوماتيك» حدود هذا منهاج. وهكذا فبعد أن شرح نوع أهمية منهاج الأكسيومي بالنسبة إلى مختلف علوم الرياضيات والمنطق والهندسة، وبعد أن سرّ خصائصه ومجتمعه، بعد أن هذا النص من بيان حدوده، ومنهجي صلاحيته، أن أهمية هذا النص ليست بـرجعه فقط إلى بيان أن المنهاج الأكسيومي لا يمكن أن يكفي نفسه، بل لا بد من أن نحسن بشخصه يتحدد مناساً ومنصفاً، ولا بد من أن نذكر من حدس عملي ندخل في عن مرحلة من إلى أهمية جمع كذا. إن أنه يطرح بعض مشكلة التصاعبات المنطقية المحددة وبذلكها دوماً على حدس شخص.

١ - ومع ذلك فإن هو أنه هذا منهاج يجب أن لا نحبب عن حدوده ومنهجي صلاحيته. وعدياً أن نذكر أولاً أنه لا يمثل سوى وجهة واحد من وجهات لعم، وأن رجل الرياضيات ورجل منطق نفسيهما لا يقيان إلى الأبد مع مهتمين بالحقيقة المادية التي تتضمنها القضايا الرياضية والمنطقية. وإذا كان نوضح رجل حساب أن يدعي أنه لا يتم فقط بالحقيقة لادته فهو لا يستطيع أن ينكر أنه يعمل باستمرار مع عدد من «الطريقات التطبيقية»، هي في الحقيقة وواقع فوائده استراتيجي، وذلك على الرغم من أنه يعرفها من مستوى آخر بالنسبة إلى ميدانه المحدود. وهكذا نذكر وأصفاً أن لا نستطيع لسر هذا منهاج إلى أبعاد مدى، حتى في هذا المجال الذي نملك عادة ملكاً أكسيومي أن هذا منهاج، دعائمه بصورته المحض، يرفع أنه يعمل على أبعاد الحدس ويعوِّضه، لا بالاستدلال بل حتى بمعطيات حسية، أي محض من رموز شتى ستعمل استعمالاً منطقياً، هذا في حين أن بصورة المحض لا يمكن أن تستمر في أد، وظيفها دون أن تضطر إلى الاستناد بالحدس مبرين، في لادته وفي النهاية.

ففي لادته تعتمد انصوريته المحض على الحدس، شخص لذي يشكل سمعاً الأول، ذلك أن الصياغة الأكسيومية لا تطلق من لأويات إلا في نكت، أم في دهر الرياضي، فإن الأويات لا سرر إلا في نهاية المطاف. إن المنهاج الأكسيومي يتطلب مسبقاً

(١) Robert Blanché *L'Axiomatique initiation philosophique*, ٧، Paris Presses universitaires de France, 1970) pp 87-91

وجود مساح مادي حتى يتمكن الرياضي من أن يضمعي عليه شكلاً صورياً وبعد الاستنتاج مادي نفسه بطلب لكي يوجد، لئيم نستقرء طويل جمع مواد معية، يقوم هو تنظيمها (وربما قصوه ثالثة هي تركيب عصبان استنسخه عن هذا الاستقرء، ثم دني بعد ذلك خطوه ثالثة وهي صياغة هذا الاستسخ صياغة أكسيومية) وعية فإن ما يقوم به الأكسيوميكي (أي لشخص الذي يشد الأكسوماتيك) قصفه ليس مساح السائح من مادي. أوية معطاة، بل به يقوم بالعكس من ذلك، سائح عن عند قبيل من مادي. لي يمكن أن نسخ من مجموعة معطاه من العصبان (وهي لعصبان التي لم خصون عيها بالاستقرء والاستسخ) وادن فلا بد من التحيل للاستقرائي الذي ينشئ من الحوادث رل عابون، كمرجته وى، ثم تأتي بعد ذلك خرجة اثنية وهي التحيل للأكسيومي الذي ينشئ من المودن إلى الأوليات ولدي يعتمد لصياغة الاستنسخية استطوية وعندما لم حم هذا الأوليت رل رموز، وعندها نحدد قواعد تركيب، نستطيع الصياغة بصورية، حيثذاك فقط، إهمان المصامين الخدسية الأصديه، هذه المصامين بني خلدن، وب الأمر، شكل انشاء الأكسيومي، و بني يعمل بعد ذلك على رسم معاده وحدوده، وعلى صيغ وجيده، وجده لعصوه التي تجعل منه بس مجرد حشد عرضي للأوليات، بل ساء معطوي متناك ان عيب لصياغة الأكسيومية حاده، نسسه إلى عيوب غير مهتة يكمن في كونها ترك بطاع موي في الفس. ساء صياغة اعتباطية فارعه، ذلك لأنه لا يشعر بمثلله الأكسوماتيك ولا يشعر بحس ثائه، لا من سبق له أن استوعب جملة معارف المشخصة التي تعطيها صياغة الأكسيومية شكلها لحططي وقالها، شططي. ان الصياغة للأكسيومية لا تشد من أجل مجرد اللعب، بل من أجل الاستعاب، مثله في ذلك مثل لأدوات الفكرية نفسها وشخص الذي يحضر مهمته في التظير المحض أي في ساء أداة يستعملها آخرون، يصطر هو الآخر إلى النظر إلى لأده بني شيدها باعتبارها طرازا Maodèle، هو نفسه «نظر برمري»<sup>(٣)</sup>

هناك حد آخر يعف عده استعمال المباح للأكسيومي كشفت عنه بقية النظرية التي شيدت من كونهم Skolem، ومؤداها أن أنه منظومه نجاح مسوي أوليا معي ونوفر عن طرر في ميدان معلوم، لا بد أن يكون ها طرر آخر في محاد الأعداد لطيعيه مع العلم بأن مجموعه لأعداد الطيعيه مجموعه لانهائية فانه لعدم<sup>(٤)</sup> وعليه، فإن صياغة الأكسيومية لعمل، بمعنى ما من معاني، على المقضاء قضاء مدماً على جميع لقوى التي هي أعلى من قوه للانهائي القدر لعدم فلا يمكن مثلاً تصور لتصل كشيء يتار بخصوصية سوية، بواسطة

(٣) طرر العصب ثنائي، فكرة شروط للأكسيومياتك وخصائصه، لمصنود من مصطلح طرر ردم حم

(٤) يقال لمجموعة غير م هي نفس القوه عدد يكون في الإمكان إتمامه ساطر وحيد للأيجاد بين عناصرها (أي عندما يكون لكل عنصر في حدي مجموعتين عنصر واحد وواحد فقط، ياتظه في المجموعه الأخرى، والعكس ايضاً) ويقال لمجموعات ساهبه إلى نفس القوه إن كانت تشتمل على نفس العدد من العناصر اما بالنسبة إلى مجموعات لانهائية فإن اصعب قوة هي قوة المجموعه اللانه لعدد، (أي لمجموعة اللانهائية للأعداد الطيعيه) وأما بالنسبة إلى قوه عنصر مثل نقط الخط أو مجموعه الأعداد الخيميه فهي أكبر من قوه لمجموعة اللانه لعدد. وأخير نسب، إلى أنه يمكن أن يشاء مجموعه نجاح قوتها قوه لمجموعة ما، فهي كانت

امتناع الأكسيومي لأن أنه صياغة أكسيومية متمم لا بد أن تكون من طراز يقبل تعدد وقد توصل فون نيومان Van Neuman إلى نتائج مماثلة، في ما بعد، حسب أن أنه مجموعة ما تتوقف، من حيث الكم والصغر، على أكسيوميات هذه المجموعة وهكذا فرد كان من فوائد امتناع الأكسيومي أنه يوجد به عدة منظومات ثنائية Isomorphes على أساس نطاقين بينها، فإنه من المؤكد الآن، بعد اندي هباه، أنه إذا كانت منظومات لي يوجد بينها امتناع الأكسيومي، منظومات يمكن أن لا تكون متساوية، فذلك لأن هذا امتناع نقلت منه بعض خصوصيات الحساب، مما يجعله غير قادر على التمييز بينها إلا التمييز بين هذه الحسابات، في مثل هذه الأحوال، يستلزم الرجوع إلى الحدس صراحة

وكي يعتمد امتناع الأكسيومي على خدش امتصاص كمطلق ونداه، مما يجعله محدوداً من لا سهل، فإنه يلتقي في نهاية المطاف نوع آخر من الحدس لكنه من أعين، هو الحدس لبعض، ذلك لأنه إذا كان امتناع الأكسيومي يستطيع فعلاً مطاوعة هذا الحدس والبرمي به بعيداً أثناء سيره، فإنه لا يستطيع قط القضاء عليه بشكل نهائي تام إلا لنظريته الصياغة صياغة أكسيومية نظرد الحدس وتنتهي به في «ما بعد النظرية» Métathéorie، وعدم عموم الصياغة الصورية البرمية لما «بعد النظرية» نظرد الحدس من مدها، مدح هذا الأخير إلى «ما بعد النظرية» Meta-metathéorie، وعلّم خبر وهكذا فإن مدرسة الصياغة لصوريته سلمت دوماً مدح من لحاظ الفكر (الحدس)، وهذا ما أوضحت بصريات كودس Gode برميين أنفسهم، تلك النظريات التي دورها من دور علاقات لا يباب<sup>٩</sup> التي قد لها دور في التصديع لكونها فكما أنه لا يمكن التحلّص نهائياً من تأثير نشاط تجريبي في محتوى الملاحظة، فكذلك شأن بالنسبة إلى نشاط ذهني، فهو لا يمكن الحر منه تماماً في منظومات الأكسيومية الصورية برمية إنه لا يمكن امتصاص من الحدس، سواء صياغة هذا أم كونه ومن هذا جاء دفع لنزعة الحدسية بعون هيسن<sup>١٠</sup> أن لا سهل أن يؤدي نظريتي التي يملكها العلم إلى إنعاش الفكر

والواقع أنه حتى عندما يتعلق الأمر بمنظومات أوله صعبه (من حيث درجته لصوريته) إلى درجته بعدم فيها، أو يكاد تأثير نظريته كوديل، فإن إدراك السطح والمفادسة بين لتأويل الموضوعي والتأويل الذاتي لبرمود ولساوات<sup>١١</sup> التي تألف منها هذه المنظومات - سطح، مثله مثل إدراك لتورية (للاعتة)، مادرة عموم بها الدهن (أي يطلب نوع من الحدس) وعلى العموم، فإن مجموعة من برمود التي سود بياض نوره لا يمكن أن يرى الضوء فيها أي بهاب على عدم التوافق، مثلاً، إلا إذا كان يعرف كيف يفرضها بوصفها كذلك

٩، وما بعد نظرية النظرية التي مدح فيها نظرية كيوية ما صياغة صورية مربة على درجة طراز الرياضيات بما بعد الرياضيات و سطح ما بعد سطح، والنظرية (الرياضية أو حافظة) كما بعد نظرية

١٠ هي عبارة عن تأويل بسب عدم إمكانية التفرع بالحكمة في طوره، ميكروفيزياء النظرية الثاني من هذا الكتاب

إن خدمته لي يسندني لنا المنهاج لأكسيومي ليست كاملة في كونه يعني الحدس ويعتد مهائلاً، بل في كونه محتوية وحصرية في ذلك ميدان لصيق الذي لا يمكن الاستغناء عنه فيه. إن تحليل أداة صناعية محل عضو جسيما، ثم يعووض هذه الأداة بألة ميكانيكية، ثم سرود هذه الألة بأجهزة ميكانيكية من النظام لذي، شيء مفيد، ما في ذلك سبب ولكن يجب أن لا نسي أن هذه الألة نطلب منها كذا درجات من الكليات، مرفقة بشرية مستمرة لكي تشغل النظام ودقة، دغ عند صممها واستعمالها. بها تمسح دوماً إلى تدخل خارجي معها كذا هذا التدخل بسيطاً وعملياً فربما والآلة الذهبية، مثلاً مثل لآلة صناعية، لا يمكن أن تكون إلهية ولها بها حقا، إلا إذا كانت مأكدين تماماً، أما حالبة من العيوب، وما لا نعوض لا لنحسب ولا لنحلل، وأما نفهم، في جميع الأحوال والظروف تطبيق بقواعد بدون أدنى لاسس، وأما لا نسمح لك بالانسان مع أنواع من لأشياء واقعي، معافاة وغير مصبوغة، شبيهة بذلك التي تطوي عنها الفئات لكاسورية (بقائض نظرية المجموعات) وبذلك كان يتوقف المصائب، بدون شك، هو الطريق للحدس والصياغة الصورية كطرقين يرقب لواحدهما الآخر الصياغة الصورية يجب لوقوف في لأخطاء لي ينسب فيها الحدس الخاطئ المفرط، ولكن شريطة أن نحقق، هي نفسها، مرقاة نوع من الحدس خفيف

وفرق ذلك كله، فلا أخذ بعرض حذراً عن لمور لذي يحفظ به الحدس في لاكتشاف إن وضعه أي مذهب، فهي كانت حصونه، سخر أساساً في عمله تنظيم وبوتيق، وإذا شئت أصفاً إلى ذلك عمسه مد الناتج إلى مدى أبعد ولكن هذا بنصب دوماً وحود ميدان وقع نشأ من قبل ب المنهج نظم معلومات متوفرة وسد انشغاف فيها ويربط بين طرفيها، ولكنه لا يأتي بأي شيء جديد حده حقيقه إن لاكتشافات لي تحدث انشغاف هي من عمل انشغافه بي مخرج المنهج ب لاكتشاف والدها كلاهما ضروري نعلم نبي كبح إلى أفكر لذي يكسر لقيود بقدر حاجته إلى تفكير لذي يصح التقيود ومن هذه لتأخيه أيضاً يكتمل الحدس واسطق أحدهما الآخر، حسب نوع انشغاف وبعبارة السرح ذلك ما يصره مؤلف لسن أهل محسب للمنهاج لأكسيومي بقول هذا المؤلف في كتاب النمو وتوسع، عندما ندخل إلى الميدان مفاهيم جديدة، يصعب في الغالب تحديد شروط امتثال هذه المفاهيم تحديداً دقيقاً ويعبر أوفى، يمكن بقول لا يمكن بقيام مهد لتحديد مضبوط بكيفية معقولة، إلا بعد أن نحقق هذه المفاهيم للاستعمال مدة طويلة، شيء لذي لا بد فيه من عمل بوصفي بطول مدته وبقصر، تراكمه شكوك ومناقشات وحداد وعندما تنتهي هذه الفترة، فربما البرود التي تكسب طابعاً بطولاً، يمكن بحجب لاني، حينذاك فقط، يقدم بتقرير أعمال لرواد، وتظهرهم من البرود، وبوطيد أسسها، ونكتهم وأخيراً، إعادة لساء النظام وترتيبها، في هذه الفترة بالذات، يكون انكسار العيب بالأكسيوماتية مفرده، ويعني انشغاف كدنت إلى أن تقوم ثورة جديدة تحدثها فكره جديدة.

١) Dieudonné «l'Axiomatique dans les mathématiques modernes» dans François  
 ٢) Lionnais «Les grands courants de la pensée mathématique, nouvelle éd. augmentée "humaine scientifique" no. ١٣» Paris A. Blanchard, 1962

# المراجع

## ١ - العربية

### كتب

- أخون صفاء رسائل إخوان الصفاء بربوب دار صائفة دار بربوب، ١٩١٧ ٤ ح  
بحر، فريدريك أبي دويرميرج ترجمه فؤاد أبوب دمشق دار دمشق للطباعة والنشر،  
١٩٦٥
- نصوص مختارة حيار وتعليق جان كتاب: ترجمه وصفي التي دمشق مشهور  
ورره ثقافة، ١٩٧٢
- بروب، يحيى قصيدة أوكست كوت ترجمه محمود فاسم والسيد مدوي القاهرة مكتبة  
الأنجب المصرية، [ د ب ]
- خوارزمي، أبو عبد الله محمد بن أحمد مفاتيح العلوم عي تصحيحه ونشره إدره انطباع  
مصرية القاهرة مطبعة الشرق، ١٣٤٢هـ
- رسل، برتراند أصول الرياضيات ترجمه محمد مرسي أحمد وأحمد فؤاد الأهواني ط ٢  
لغاهره جامعة الدول العربية، دار معارف، ١٩٥٨ ٣ ح (مكتبة الدراسات  
العلمية)
- مقدمة للفلسفة لرياضية ترجمه محمد مرسي أحمد لغاهره مؤسسة سجل لغرب،  
بحسب لأعل ترجمه لغوب ولأدب، ١٩٦٢
- رسل، هنري نشأة الفلسفة العلمية ترجمه فؤاد كركب لغاهره دار كتاب لغرب  
مطباعه ونشر، ٩٦٨
- عروذي، وحيه نظرية إلهادية في المعرفة ترجمه سريهم فريط دمشق دار دمشق  
مطباعه ونشر، [ د ب ]

العارف، أبو نصر محمد بن محمد إحصاء العلوم والتعرف بأعراضها تحقيق عثمان محمد  
 أمين ط ٣ القاهرة مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٦٨  
 القندي، محمد ثالث أصول المنطق الرياضي بيروت دار النهضة العربية، ١٩٧٣  
 — فلسفة الرياضيات بيروت دار النهضة العربية، ١٩٦٩  
 محمود، ركي نخب المنطق الوصفي ط ٤ القاهرة مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٦٦  
 ح ٢  
 موي، برب المنطق وفلسفة العلوم ترجمة فؤاد زكريا القاهرة دار النهضة مصر للنشر  
 واشتر، [د ت]

## ٢ - الأجنبية

### Books

- Bachelard Gaston *La formation de l'esprit scientifique Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective* Paris J. Vrin 1938  
 — *Le Nouvel esprit scientifique* Paris Librairie Félix Alcan, Presses universitaires de France 1934 (Nouvelle encyclopédie philosophique, 2)  
 — *La Philosophie du non Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique* Paris Presses universitaires de France, 1949 (Bibliothèque de philosophie contemporaine)  
 Bernard, Claude *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* Paris Librairie Delagrave 1920  
 Blanché Robert *L'Axiomatique* Paris Presses universitaires de France 1970 (Initiation philosophique, 17)  
 — *L'Epistémologie* Paris Presses universitaires de France 1972 (Que sais-je? no 1475)  
 Boileau, Marcel *Histoire des mathématiques* 6<sup>e</sup> édition Paris Presses universitaires de France, 1968 (Que sais-je? no 42)  
 Bouligand Georges *Les Aspects intuitifs de la mathématique* Paris Gallimard 1944 (L'Avenir de la science, nouv. sér., no 2)  
 Bourbaki, Nicolas *Éléments de mathématique* Paris Hermann 1939 (Actualités scientifiques et industrielles)  
 Bouteux Pierre Leon *L'Idéal scientifique des mathématiciens dans l'antiquité et les temps modernes* nouvelle éd. Paris Presses universitaires de France 1955 1974 (Nouvelle collection scientifique)  
 Brunschwig Leon *Les Etapes de la philosophie mathématique* Nouveau tirage augmenté avec préface de Jean Toussaint Desanti Paris A. Blanchard 1972

- Combes, Miché. *Fondements des mathématiques*. Paris: Presses universitaires de France, 1971 (S.U.P. Initiation philosophique, 97).
- Comte, Auguste. *Cours de philosophie positive*. Paris: L'Arrière-Garnier Frères [s.d.].
- Carnap, R. *Le Problème de la logique de la science*. Traduction par Hema Vuillemin.
- Daval, Simone et Bernard Guillemin. *Philosophie des sciences*. Paris: Presses universitaires de France, 1950 (Cours de philosophie et textes choisis).
- Les Dictionnaires du savoir moderne. *Les Mathématiques*.
- Fataliev, Kh. *Le Matérialisme dialectique et les sciences de la nature*. Moscou: Editions du progrès [s.d.].
- Gomster, Paul. *La Pensée de Bachelard*. Paris: Bordas, 1968 (Collection pour connaître la pensée).
- Godeaux. *Les Géométries*. Paris: Armand Colin, [s.d.] (Collection Armand Colin).
- Gonseth, Ferdinand. *Les Fondements des mathématiques de la géométrie d'Euclide à la relativité générale et à l'intuitionisme*. Préface de Jacques Hadamard. Paris: A. Blanchard, 1926, 1974.
- . *Les Mathématiques et la réalité*. Paris: A. Blanchard [s.d.].
- Gurvitch, Georges. *Dialectique et sociologie*. Paris: Flammarion, 1962 (Nouvelle bibliothèque scientifique).
- Halmos, Paul Richard. *Introduction à la théorie des ensembles*. Traduction de J. Gardelle. Paris: Gauthier-Villars, 1967 (Mathématiques et sciences de l'homme, 3).
- Hempel, Carl Gustav. *Eléments d'épistémologie*. Traduction de Bertrand Saint-Sernin. Paris: Armand Colin, 1972 (Collection U<sub>2</sub>, 204).
- Le Lionnais, François. *Les Grands courants de la pensée mathématique*. Nouvelle éd. augmentée. Paris: A. Blanchard, 1962 (L'Humanisme scientifique de demain).
- Logique et connaissance*. Sous la direction de Jean Piaget. Paris: Gallimard, 1967, 1969.
- Moy, Paul. *Logique*. Paris: Hachette, 1952.
- Piaget, Jean. *Introduction à l'épistémologie génétique*. Paris: Presses universitaires de France, 1973. 2 tomes.
- . *La Psychologie de l'intelligence*. Paris: Armand Colin, 1947 (Collection Armand Colin, section de philosophie, no. 249).
- . *Le Structuralisme*. Paris: Presses universitaires de France, 1968 (Que sais-je? no. 1311).
- Poincaré, Henri. *La Science et l'hypothèse*. Préface de Jules Vuillemin. Paris: Flammarion, 1968 (Science de la nature).
- . *Science et méthode*. Paris: Flammarion, 1908 (Bibliothèque de philosophie scientifique).



- La Valeur de la science* Préface de Jules Vuillemin Paris Flammarion, 1971 (Science de la nature)
- Ret Van *Epistemologie Thomiste* 637
- Sawyer Walter Warwick *Introduction aux mathématiques* Paris Payot, 1966 (Petite bibliothèque, 81)
- Schrodinger Erwin *Science et humanisme / La Physique de notre temps* Belgaïque Desclée de Brower, 1954
- Ulamo Jean *La Pensée scientifique moderne* Préface de Louis Armand Paris Flammarion, 1969 (Science de la nature)
- Variaux Reymont A. *Introduction à l'épistémologie* Paris Presses universitaires de France, 1972 (Col. S.U.P.)

#### *Periodicals*

- Le Lionnais François « La Méthode dans les sciences modernes » *Revue travail et méthodes* no hors series éd Blanchard

#### *Conferences*

- XIF *Congrès International d'histoire des sciences* Paris Librairie scientifique et technique A Blanchard 1970

الجزء الثاني

المنهج التجريبي وتطور الفكر العلمي

دراسات ونصوص في الابدستيمولوجيا المعاصرة



## تقديم

يبدأ العلم الحديث روحاً ومهاجراً وممارسة مع غاليليو

تذكر أن شيئاً هذا إذا رجعنا القهقري بالفكر العلمي انطلاقاً من مرحلته لمره. ربما سيطر في عملية الارتداد هذه إلى أحبار معطف شهادته بـ ١٤ لقرون لعشر، لتأخذ طريقتاً، بعد ذلك، في العصور، وفاقاً في التقلص حتى يصل بذاته اقرب لسانع عشر، حيث يجسّ لشباب عاللم على صحفه سهي عدها الطريق معبده، لتبدأ شعاب ملتوية، بدهه أحياناً، واصحه أحياناً، بسو لئلا ولوهاد، بصعوبة واضطراب. وإذا بحثنا في هذه الشعاب عن «شارات» الطريق ونحطت لسنر، وحددها فبينه عند غير مسافات بعيدة، يكاد المرء لا يتبين ما يربط بعضها ببعض. ثم يسمر هذه الشارات و لشعاب خافه مدثرة مساعده سعوض في أعماق الزمن مع لخصراب القديمه، حصاراب الشرق لقدم

وفي حثه هذه غير الزمن، في انحاء الماضي، سجد أنفسنا، أو ل لأمر، أمام شارات سمي. مبياً إلى عصر غليليو نفسه، ولكن لم تكن تحه نكبها إلى السفل لهد كات داب سهرس، أحدهما بشر إلى الماضي و الآخر إلى السفل وكن الأول منها أقوى وأوضح

هذه شارة يقف بجانبها كسر Kepler (١٥٧١ - ١٦٣٠) برصد الكوكب بسخنص منها شكل المدار لي ترسمها حول الشمس خلال حركها الأبدية، ويتبين العلاقة تربايصه بين برمن ندي بقصه الكوكب في لدوران حول مداره، ومسافه التي يفصله عن الشمس. وفعلاً تكن كسر من صباعه قوايين تحمل سمه، ما راب تحفظ نكاسها في العلم معاصر. لقد دشنت أعمال كسر طريق مهبليه ثميه عز عنها أحد باحثي معاصرين بقوه «على أوتك الذين يعتقدون ب قوايين طبيعه تكشف بواسطة العميم، انطلاقاً من ملاحظات كسره، أن يعرفو أن كسر قد اكتشف قوايه بواسطة حر، تحقيقات حول فرصيات كتبه صاعها تسمر معطيات خريه خاصه سألر بخ وحده» وكن هذه الفاعده

ببجانبه شبيه حي عمل من كبر كادت مملوكة في بصورات وعسارات شدة إلى ماضي  
 شد بعد ذلك يعتمد على الكواكب أن يجد شكلاً هندسياً في حركتها حول الشمس،  
 لأن هذا الشكل هو الاستدلال، فهو يحكي شكل النجمة وما أن نلصق في أصل النجمة،  
 فإنها في نظره هي النجمة، ودون غيرها يمثل حركتها بغير حقيقة أما الرياضيات فقد  
 جأ إلى استعمال بعض حركات الكواكب اعتماداً منه على وجودها الحقيقية بعكس لروح الإلهية  
 التي سحقت في نظام والقدون كان كبر مدارس النعم، ولكنه كان ينقص، على أنه،  
 مناح نفوس لومضي، مناح الذي كرسه تكبسه وفرصته على النعم والعبادة في بيت خصه  
 من التارخ

هناك شأن استراتيجي حوى بعض ركب بحدت عديداً، وبفك بحدت أحدها  
 فربما يكون مخطط على يورق مستقيم، موزوناً وحده نحو ماضي، عارف عن ماضيه  
 النحت جسمي ويصف بحدت شأنه أخرى فيسوف انعم بديكارب ندي مؤمن دعائم  
 الفصح لا سطحي في النفوس الوسطي، بغير صرح جديد لكل منه، فاستهونه بيشمعة،  
 وشعبه عن النعم بعد أن أسهم فيه إسهام كبيراً، وكان يرى أن تجدده أهل لا يشاء إلا  
 بتحديد سادس لغسفي وعلى حد هذا، وعلى مفرته منه يقف داسكن، ذلك الرجل  
 الذي لم يشعبه النعم والحد ب تعميه عن لاصب بقله الكبير بعد أمست هذا الرجل  
 العصف من لومضي ب عجب، فكان عدا بين الزهاد، وزهد بين النعماء، فيسوف بين  
 الأدباء، وأدب بين فلاسفة

هؤلاء الثلاثة سقف عديم وقفه طويله متكئين على لصخرة العالنية فمرحح  
 القهري، يد

مرجع إلى الماضي مائة قرن من الزمن بل ذلك المعطف ندي يقف فيه كوبريت  
 (١٤٧٣-١٥٤٣) مشغولاً بعد سطره المبكي الذي شيدته بطليموس قبله بأكثر من أبعه  
 عشر قرناً، والذي حلل طول هذه الفترة الأطوار العدم لذي تحرك فيه النعم والنعمه  
 والملاهوت، إلى أن جاء كوبريت شوره وفيه ثورة أشهر من شوره لكوبريكية

لم تكن عظمة كوبريت ر حقه فقط إلى كونه قال بحركته الأصل حول الشمس،  
 بعكس ما كان يعتمد من قبل، فبذلك فكره افترضه فلاسفه قديماء، ولكنهم نعت فكره بسمه  
 معروفة وهي رجع عظمه كوبريت إلى كونه استطاع أن يشيد على هذه الفكرة الجديدة -  
 القديمة نظام كونه مساساً مكاملًا، صغى على التصور البشري ليكون مراداً من النظام  
 المعنوية وفتح افناً جديدة أمام ببحث المعني وبرؤنه لغسفيه كتب كوبريت في مقدمه  
 كتابه حركات الأحرار السماوية، فقال "نقد بدلت جهدي لأقرأ من جديد كتب لفلاسفه  
 التي تمكنت من حصول حبي، حتى أنأكد بما إيد كان أحدهم قال بوجود حركات حرة  
 للأحرار لرياضيه في المدارس فوجدت أولاً أن شيشرون يذكر بأن هيكتاس من سركوس  
 كان يعتقد بأن لأرض بدور، ووجدت ثانياً أن ديونارخ يشير إلى أن احرار أحدوا به

في هذا المنطلق من هذه الفكرة، وحدثت بطل في حركة الأرض، وعين لرغم من أن هذه الفكرة تدب في فراض وجود بعض بدو اثر بتفسير حركت نجوم، إلا أنه عن في أن تحرك ما إذا كان ارض من حركة ما بالأرض سيعطي تفسير فصل حركته لأفلاك السماوية وهكذا بعد أن تعرضت وجود حركات نفسها، في هذا الكتاب، في الأرض، وحدث خبر، وبعد بحث دقيق، به عندما يربط حركات الكواكب لأخرى بدور الأرض، وعندما تحسب، على هذا الأساس، حركة كل نجم من نجوم، فإن مظهره بتلك الأخرى تتج من ذلك وأكثر من هذا ففهم النجوم وأحجامها وكثرها ونسبها ذاتها، كل ذلك بشكل كلا مربط الأجزاء، بحيث لا يمكن لأي شيء أن يشرح من مكانه دو حدوث فوضي في تكون المجموعة

لقد ثبت كوبرنيك عندما يكون كذا من تصور قديم، وبك اختلاف في ثبوته هذه ببعض الحسابات التي شيد عليها بصرح لقديم بعد بحث فكرة لا حركة بدائيه بسطه، لي قال بها لقدماء إحدى الأفكار الأساسية بوجهه به، بل إنه يتخذ الفهم لأهم ما فهموه هذه حركة اجرام سماوية في تصورهم، مع أنها في نظره - بحركة انوحيدة بقي يمكن أن بصر بعضا لحوادث بشكل منظم، والتي بإمكان أن تكون لانهاية، وهذا عن أن بعيد خاصي واثق من ذلك وأشد غرابة، أنه دافع عن الفكرة التي تجعل الشمس مركز الكون بدعوى أن أهل الكواكب، وبها من العالم، وبها التي يستطيع رآه العالم لا بد أن يحل في مركز فرضيت فيلبيريه لا بد في هل وجهت بحث العملي فعلا، م أنها حدث عنه، بنقسم - ثمة ما من ليرى حتى يفهم بعض

وإن حسب لشاره اساره لي يقف بجانبها كوبرنيك، هناك بوجه فيه رغبة بفر راءه بسم الإيطالي لعظم لوب دو دوشي (١٤٥٢ - ١٥١٩) لقد كان هذا الرسم الخار يجمع بوجه فيه عظيمه دفعه من سساف بدعوى الأساس لبحث العملي حديث بحرية وبرياصيات بعد حثا مدكرات بعض عند فرء بعض شذرات وكان غاليليو، أو أحد محدثي، هو الذي يتكلم من ذلك بوجه وأسفود بحرية هل من بدم في البحث، لأن عيني هي أن أقدم خلافة ولا، ثم فهم بمره ثابت بوسطه هل وسجده مرعلة على اتدع هذه بفرقة نفسها، الفترقة بصححة التي يك عن سجين في طواهر لطسه ساعه، وإد كانت لصيغه بتديء من لأسباب وتتهي في بحرية عسا، فمر الوجب أن سلك طريق معكبت فتديء من بحرية لتتهي بوسطها إلى لأسباب، إن هدف البحث العملي ليس للكشف عن خواص الحقيقة وماهيتها الصحيحة، بل إن هدفه منحصر في معرفة بعض صفات هذه خواصه، وسيتنه في ذلك، لربا صيات وإد لا يمكن أن يسجي أي بحث عنها صحيحاً ما لم يكن يسع طرق

وكان الوسط جوس Aristarchus الساموسي، في بمر - شال قبل الميلاد، اوان من قال بفكرة ذلك، أن الأرض جو نفسها وحو الشمس وقد بمة معاصره يكونه بروج بفكره هذه، راحة لاهه وحدث حابوه



ويستجيب حاضره انحرافا الى العالم الأوروبي<sup>٣</sup>

يستطيع أن يسترس في لإنسان يمثل هذه الشهادات التي تسود دور العلم العربي في نهضة لعممه احدثه التي تشبه عاليلو في أوروبا ولكن ما قيمة هذه الشهادات إذا كانت بشكل المصدر الوحيد لمعرفة برث العلمي انها تبحث في الاعتراف ولا شك ولكنه اخر من تجهل منه!

من الأسس إلى عدد، ومن بعد اد إلى لاسكندرية حيث نظموا من وأرجحس وأوقيدس، ومنها إلى ثسا ثم إلى ناس ومصر تلك هي محطات لرئيسة التي على لباحث مزج أن يقف عندها طويلا في رحله إلى الماضي، انطلاقا من الحاضر

والندرس الأساسي لذي يستخلصه من هذه لرحله هو أن العلم لا وطن له إنه بكل من لأوطان وبعث سائر لبدان التي يكون مسنده لاستعماله، لفهمه واعائه استوطن العلم القديم مصر وناس ونيب ولاسكندرية، واستوطن العلم لحدث اسدان الأوروبيه عربيه وبن العلم القديم، العلم لحدث كان العلم لعربي فقد جمع العلم لعربي العلم القديم فحافظ عليه وهضمه وأعاد وفده لأوروبا يقوم هي بعلميه التحليل بعد أن مهد لعرب الطريق ورسمو معده لأنق فقد ظلت لعوم العرب سائده في أوروبا، بشكل أرمي ف وصلت إليه معرفه بشرية، لمدة سه فروس، من القرن العاشر إلى القرن لسابع عشر و حراء القرن ثامن عشر

هد ما يحدثنا به العربيون

\*\*\*

لحد، إذن، ند به العلم الحديث مع عسلو وند به القرن السابع عشر هالك أكثر من

سبب

١ - إذ رجعت لمهفري، كع فعلنا، من لعصر حاصر، نجد خط التطور مستمر متواصل - على لرغم من معطف بقرن العشرين - إلى عليينو أما قبل هد الآخر، فشعبا لطريق متقطعه، وسهام لمحيه نتجه إلى الماضي لا إلى المستقبل

٢ - إن الفكر بعلمي في القرون الوسطى الأوروبية كان يخص بالمعاهيم الأرسطية ولتصورات بلاهويه سيجيه فكان قدما في روحه، فذهب في إطاره ومساحه، فذهب في مساحه وأدونه

٣ - إن العلم الحديث وليد الحصاره احدثه وعصر فعل فيها والحصاره الأوروبية حديثه لم يسكن معوصف بطلاقتها إلا في القرن لسابع عشر (أما نوع هذه المقومات لأصدايه الأحيائه انشاقه فلا يدخل في نطاق هد الكتاب)

(٣) بريفو Briffau دكه عني سامي السبار، مساهج البحث عند مفكري لاسلام وقد المسلمين للنظر الأرسطاطاليسي، ط ١ (القاهرة د معارف، ١٩٦٧)، ص ٣٨٤



٤ - إن تاريخ العموم يستند لأن تاريخ وروبي سرعة نحوه نظاره من بشش وماكنس بلانك، بي بيوس وعاسنو، ومهي إلى أوفيدس وأسطو أما نعم العربي، فهو لا تحطى في حسن لأحور. لا يشارب عامة عابره من است انعم فلا يحدد منه سوى قطره مر عسب. ثم ث لا عرقي، بل لعم عربي ومن هك كان عديم في هك منظور سارخي لأوروبي يعني انعم لأسطي، وكذا يحدث يعني نعم انعالي

وإذ يحدث لأحور بيوم عن القطيعه لانسيمووجه بي حدثها بشش ومكنس بلانك، فهي قطيعه بالنسبه إلى نعم بيوس وعاسنو. وإن أشادو بالقطيعه لانسيمووجه التي أحدثها غاليدو فهي قطعه بسسه إلى نعم أرسطو أما نعم العربي فم يدحل بعد في الحساب، تكفيه حديه من هك يبدو أن القصعه بعانيه. بل بسب في حقيقه قطعه بسيمولوجيه، بل «قطعه» تاريخيه يعني ستماراة التاريخ ونظوره، ونعمر مباشرة من غاليدو إلى أرسطو

لقد قطع عاسنو فعلا مع أرسطو، ولكن هل «قطع» مع من هبثم أو برري مثلاً؟

إنه مؤن قد لا يجب عنه إلا التحدث بعرب ونكس - نحن عرب في العصر حاضر - سحاء ويتن برؤى الأوروبية التي فحت عبيها عس مد مدع يعطى الحديثه، وهي تكيف - بل هبثم على جانب المعاصرة في شخصيت نعمه والخصريه ورويه العربيه بشهر وويه - المعانيه التي سوش جانب لاصانه في تفكيره، ونفح حاجر بسا وبين نظ ماصت بحاصره في عيه لمستف بسود في لعم جعل صراع لذي لخدم في شخصيت انهمه يسهي صالح لذي في من سب وألر بي وس هبثم وحو مي من رشد؟

بل حتمن الأكتاب على كد سه عانسه وديكا و هويعر وبيوس و بشش و صاهيه در سه ن عيه عيه مستحج بالأدوات بكونه التي كحت من كساف عديم، لا حصدي، موضوعي، لأري، بخصف بوجه شرقيه في رب، ولب كثره؟ هناك طريق واحد بقوت نحو «علم العربي»، لعم العربي في ماضي، والعلم العربي في مستقبل، به لأكتاب على در سه بكونه اعلمي يحدث ونظوه، ولا جهاد في هصمه ونشه

إن اماضي كاستفيل لا يكشف ولا يبي، انه بعد ساؤه، لا على ماس حاضر واطلافا به وحاصره اعلمي هو نعم حديث فمحلل من در سه هك انعم، موضوعا ومباح، وحا ومباح، وسسه ساء حاصره وبعث ماصيه ولاصلاي نحو مستقبل سسج، إذن، هذه رويه خدسه لي جعل حاصر مصطف بعث ماصي وساء استفيل بل فعت ديك نجس في ال وحت محظر «لاعه اب» وأعلان «لاعه ب»

في هك لأق، ومن حل هدف ألف هك لكس

## القِسْمُ الْأَوَّلُ

المنهج التجريبي : الفرضية والنظرية



## الفصل الأول

# المنهاج التجريبي : نشأته وخصائصه

(بيكون، غاليليو، باسكال)

### أولاً بيكون «والأرعاتون الجديد»

عاش فرانسيس بيكون Francis Bacon (١٥٦١ - ١٦٢٦) في بداية عصر النهضة التحول لي أثرنا إليها قبل، في عصر ميم به لا تقاوم بعد من تقديم إلى الجديد فكان طبيعياً أن يحمل تفكيره بعض معطيات القديم إلى جانب الجديد الذي حد منه لدعابه واستش به بعد هاجم طرق التفكير القديمة ولكنه لم يحرر من إرث القرون الوسطى بكامله بل جعله يحمل بين طيات تفكيره وجهين متناقضين وجه لدعاية لمهج جديد ولحفظ له، ووجه تفكيره الذي يهيئ يحرك في إطار الآراء والمعتقدات القديمة ويثبت هذا أن سيطرة سريعة على الوجهين معاً، عند تمكن من تقديم صورة نموذجية عن ذلك المعطى الكبير الذي شهدته الفكر العربي في بداية النهضة العلمية الحديثة

#### ١- الهدف السيطرة على الطبيعة

لم يكن بيكون يرمي إلى إنشاء فلسفة جديدة أو تركيب نظام فلسفي معين، وإنما كان هدفه الأساسي إصلاح أساليب التفكير وطرق البحث، بعد انتعاش الفلاسفة المسلمين من عملات التجريبيين فالأولون كانوا كالعنكبوت الذي يبي من دونه والآخرون كانوا كالملق الذي يجمع من الخارج رده، في حين أن فيلسوف كنو، والفيلسوف في هذه بعض يعني بعلم أنص هو الذي يعمل كالحفلة التي تجمع ترحيب من لأرهاب تصنع من عسلاً مصفى إن على فيلسوف أن تأخذ من الظواهر وجودات، وبواسطة حجة، ما يسي به

١- بيم هذه الفلسفة من سلك بيكون هذه قال به فيلسوف اليوناني ديوكارتيس Plu arche في عر دون بملاد، وتمام مودسات يوجه في العر، سادس ع هذا وقد عرفت في عرهم، في سبيس بيكون عو حده من حج كتب تاريخ الفلسفة بالعربية والفارسية به بعد سادس في كتب حو كنو =

انعم و فلسفه، وبالدرجة الأولى انعم لفتح، فانفسه يهديه بما قبله في رأي يكون - لكونها كانت هم بالمعرفة بدها، ولأن الشغل لشغل بفلسفه كما يفهم حصومهم والعمل على التعرف عليهم في المناظرة وخدم، اشياء يدي جعل بنفسه العديده يهي مجرد حداث عقيم، بالفاظ درعه، في موضوعات شائكة لا حل لها هذا في حيز ص انهم هو ان «يعيش تحت أحسن ومرتب أولاد» تره أفضل، ويحمل على صها مصر بلاد وسادة الأساسه، وهذا كله لا تأتي إلا بالسيطرة على الطبيعة

الهدف من المعرفة، إذن، هدف عملي إنه السيطرة على الطبيعة وحصنها لأغراض العمله ذلك هو لدرج الجديد الذي يجب أن سير فيه الصغه وانعم وهو درب يكتف كله عن الدرب الذي وضع فيه فلاسفة اليونان وممار فيه «عدي» لغزوب بوسطنى لم يعد انفسه «بحه لحكمه»، إن مهمتها الآن استيطره على لطبيعه بماتكده الأساس وكبر كيف سبيل إلى ذلك؟ إن تغيير الهدف يستلزم تغييراً في لوسيله، ومن هنا ينقطة البدء يعود يكون «لا يمكن السيطرة على الطبيعة إلا بالخصوص ها، لا بالثورة صدها يجب أن تنعم كيف يفهم الطبيعة، كيف سمحت عن عمارج، الأثناء وصورها التي ترحد فيها، عن خصائص هذه الأشياء، والميادين التي يجب أن تستعمل فيها إن ذلك هو ما سنكنا من توقع نتائج أعمالنا، وبالتالي التحكم في الضرورة التي تريد لطبيعه فرضها علينا والقدرة التي تمكننا من ذلك تنبع من العلم والمعرفة إن ما يبدو مست على صعيد التأمل النظري يصبح قاعدة في الميدان العملي»

وإذا تصحح الهدف وتقرر لوسيله، فإن الخطوة لعمده الأولى التي يجب البدء بها هي التعمد كشك عدم وحصنه واضح لصوف لمعرفة لشتره قصد لمعرفة على ما تم انجازه حتى لا يضيع سوق والمجهود في البحث عنه من جديد، وعلى ما تم سم اكشافه بعد، حتى نجد في البحث والتفتيق قصد حللته وإفرازه عديده إذن، ص بدأ تنظيم المعرفة لشتره وتصنيف بوعها إن ذلك سيساعدنا على فرض النظام في الفكر وأساليب البحث

## ٢ - تصنيف العلوم

كيف يمكن تصنيف العلوم و معارف التي يوفر عليها الإنسان، وهي كثيرة جداً كماه مداحه؟ ليس في الأمر كبير صعوبة بالنسبة إن يكون فالعلوم من إنتاج الفكر والفكر امري شاف من ثلاث منكب أو فدراب له كره وانجته ولعمل

الذاكرة يحفظ ما أتفه وعرفاه والمجبة مسح بواسطة ما يحفظه بذاكره أوكا أ

= صنفين عربيه وعربيه، وصنف دقيقه خاصه إلى كتاب يد يد كريسون مني بشفاف على بضمير بحاره  
 يكون بفر Andre Cresson *Franco Buioli, Sa et son œuvre avec l'exposé de sa philosophie*  
 sophie philosophes Tome eu Paris Presses universitaires de France (1956)

جديدة، والعقل يتمخض هذه الأفكار ويصنعها ومن هذا المعلوم ثلاثة أنواع سارج  
وممكنه المذاكرة، ولأدب (لشعر) وممكنه المجه، والفلسفة وممكنه العقل وكل نوع من  
هذه الأنوع ثلاثة قسم إلى أقسام تختلف باختلاف الموضوعات

فالتاريخ هناك مدي خاص بالأساس، وطبيعي خاص بالطبيعة، ولدي نوعان  
سارج كسي، وسارج مدي معنى الكلمة أو الطبيعي ثلاثة أنواع نوع يتم بوصف  
مناظر الطبيعة والأرضية، ونوع يتم بتسويج، وهي تكشف عن القوى الخفية، ونوع  
ثالث يتم بالصوت لبي هي وسائل الأسان لتعبير طبيعته وإد نحن بصنعنا أنواع لسارج  
موجودة - يقول يكون - سارج أن الصنف الأول هو وحده القائمة الآن، أما الصنفان  
الأخران، الثاني والثالث، فهم يوجد بعد

ما لأدب فهي أربعة أنواع، قصصية، ووصفية، وتنبؤية، ورمزية (والمقصود  
هذه الأخيرة تأويل القصص والأساطير لاستخلاص ما سطوي عليه رموزها ومشاهدتها من  
معاني ومعبر، وهذا شيء كان شائعاً في عصر النهضة)

وأما الفلسفة وموضوعها طبيعة والانس والله، فهي ثلاثة أصناف فلسفة  
الطبيعة، وهي هناك ما بعد الطبيعة من جهة، والطبيعة من جهة أخرى، وهذه تشمل  
عن الميكانيك والحر أما لصف لثاني من أصناف الفلسفة ولدي موضوعه لاسان فهو  
أقسام ما يخص جسم، وما يخص النفس، وما يتعلق بالعلم والمطلق، وما موضوعه لإرادته  
والأخلاق يبقى بعد ذلك لصف الثالث وهو بعينه الإلهية وهي معروفة

هذا لتصنيف للمعلوم والمعارف معقول جداً، في نظر يكون، مملأه عن أنه سارج على  
هناك الثلاث التي يتألف منها تفكير البشري، كما أوضحنا ذلك قبل، فهو يعبر أيضاً عن  
مراحل في المسار العقلي، طبعه تمام، والتاريخ بجميع لعمود، وشعر تنظيم ها، والفلسفة  
تقوم بتركيبها تركيباً عقلياً

لقد أطلب ليكون في تفصيل هذا التصنيف، مدياً بكثير من المعلومات (التي هي)  
والأخر صان وموضوعات حول هذه المعلوم، لسيهي إلى القول أخيراً بأن تمحيص هذه  
معلوم والمعارف التمهيدية بطوب مهمه شاقه فالمشروع صحم، ولا بد من تصابر الجهود  
لإنجازه

### ٣ - العوائق والأوهام

ومع ذلك، هناك مهمة مستعجلة لا بد من تدشس لعمل فيها، وهي لفحص، على  
موضوع والعوائق التي جانب دون فهم المعلوم من قبل، مطعة مصف على هذا الشكل،  
والسلسل في ذلك فهي يرى يكون - هي البدء بتطهير العقل من لأوهام معتق مز،  
ونظره لا يقوم بوظيفتها كمنه إلا إذا توفرت ثلاثة شروط، أولها صحتها صقلاً تاماً حتى

تروى منها جميع النضجات ولأوساح، وثانيها بوجهها بوجهها مناسباً بحر لصور، وثالثها وضع شيء الذي يريد رؤيته لها، في مكان الملائم الذي يسمح بظهوره كاملاً فيها

هذه لشروط نفسها، يطبق على بعض وذهب بشرط لأول يعني يظهر العقل من الأوهام والأوهام السائدة أربعة أصناف «أوهام القبيحة»، وهي مشتركة بين الناس، والمقصود بها هو مبدئهم جميعاً إلى التعميم وفرض النظم والاضطراد في الطبيعة و«أوهام الكهف» وهي خاصة بالإنسان الفرد، وتتمثل في ميل لأهذه إلى سطر إلى طبيعة كل من وجهه نظره الخاصة، ومن كهفها الخاص و«أوهام السوق» وتمثل في طغيان لألفاظ والمناقشات الفعالة كما يحدث في السوق حيث يكثر للفظ والكلام لعدوى انشوش وأخير «أوهام المسرح» والمقصود بها سيطرة الهدوء وفقدانهم، مثلي سطر شخصيات متمثلة في المسرح على المتفرجين

هذا الشرط وحده لا يكفي لامتداد، بعد يظهر العقل، من تحدد الهدف الذي يجب أن يسعى إليه، أي لا بد من توجيه مراد العقل نحو هدف ملائم، وهو بوجهه يجب أن يتم على ثلاث مراحل أو لحظات (١) تحديد الصور الحقيقية للطبيعة (أي الكشف لي نتجى فيها) وبالنسبة إلى الحرارة مثلاً، نجب البحث في ثارتها وهوائها، لا في جوهرها، كي كان بعض تقديماً من قبل، لأن الحرارة لا جوهرها (٢) البحث في ما يحدث للجسم عندما يتحرك أو يتحول، أي في مختلف المتغيرات التي تلحقه، كاسترخاء في تحول ماء إلى بخار بواسطة الحرارة (٣) البحث في تركيب الجسم الساكن لمعرفة ما حصل من الصور والكيفيات، فانه مثلاً لا يقل صورة الماء، وإنما يتبدل لرحام

وإد فعلاً هذا وذلك، صار في إمكاننا الحصول على رؤيته واضحة للمسائل التي نربى دراستها، ولكن شريطة وضع الشيء في مكانه حتى يبدو في امره بتمامه وذلك هو الشرط الثالث، وهو يتبع سلسلة الاحباطات والخطوات التي لا بد من تنفيذها عند البحث والمدرسة ومن هنا حدود يكون المعروفة، وهي ثلاثة حدود الحضور وسجل فيه لتجارب التي تظهر فيها تكيفه لظواهره (أي الظواهر و لغايات موضوع البحث) وجدول الغياب، وتسجل فيه التجارب التي لا يبدو فيها لكيفية لظواهره، وأخيراً جدول المقارنة (أو جدول المرحلات) وتسجل فيه التجارب التي تعبر فيها الكيفية بدراسة

#### ٤ - الاستقراء والتحرية الخامسة

وعندما نحصل على هذه الحدود الثلاثة يصبح في مكانها المقام «الاستقراء مشروع»، وهو عملية يتم من خلال فحص اللحظة لعل أو الاستعداد، وهي مرحلة سديه يجب أن تراعى فيها النوعان الثلاث التاليين يؤسس الحدود المذكورة (١) عندما يحضر السبب يحضر النتيجة (ب) عندما يغيب السبب يغيب النتيجة (ج) عندما يجمع السبب يجمع النتيجة أما لمخططه لثانيه، فهي التأكيد الإيجابي للصورة. وهذا لا بد من استنباط من الاحباطات تتمثل في خطوات استيعاب لثانيه (١) توسيع التجربة بغير حدود كما في

وخصائصها (٢) مكرد لجزية بوجزاء تجارب جديدة على نتائج التجارب السابقة (٣) مد سحرية، أي اجزاء تجارب جديدة على مثل التجارب السابقة مع تعديل المواد (٤) نقل لجزية من الطبقة إلى الطبقة والعن (٥) قلب السحرية كان يعمل مثلاً على التأكيد إذا كانت برودة تشر من أعلى إلى أسفل بعد أن عرفنا أن الحرارة تخرج من أسفل إلى أعلى (٦) إلغاء السحرية، أي إعداد تكشفه التي يراود في سبها، من ذلك أن يد كت مدرس لمعاطيس مثلاً يجب أن يبحث عن وسط لا يحدث فيه معاطيس (٧) تطبيق لجزية، كتعيين مدى مصاد اهواء، مثلاً، في أماكن مختلفة (٨) جمع التجارب، وبحث بالزيادة في فاعلية مادة ما بالجمع بينها وبين مادة أخرى (٩) اعتبار المصدرة في لجزية، بمعنى أن السحرية يجب أن تجرى، لا لتحقيق فكره مسبقه، بل يجب أن يسر كالمصدرة تكشف بنا عن معطيات جديدة

ذلك هو الاستمرار مشروع في نظر يكون، وذلك هي شروطه وعناصره، ويصح يكون على ضرورة الاهتمام خلال مراحل الاستمرار، بالحوادث الأساسية الموقوفة، كيفية خاصه، على الحرية الخاصة Experience الخاصة ذلك لأن التجربة خاصة، أو لفصله، هي عناصر العلامة التي نوضع على مفترق الطرق لتوجيه المسافر إلى جهة التي يؤدي به إلى مقصوده عندما يكون الباحث المحير أمام حلول مختلفة مسأله ما، فإن التجربة خاصة هي تلك التي تفصل في الأمر، وتعدل على الحل المطلوب ويمثل يكون لذلك بظاهرة سقوط الأجسام، التي يمكن أن يكون خاصية ذاتية (د حله) للأجسام، كما يمكن أن يكون رجعه إلى كوكب الأرض هي التي تحدثها فإذا فلتنا بالأجسام الثاني منح من ذلك أن الأجسام سيضعف انجذاب إلى سطح الأرض باستعداد عنه وهكذا فإذا استطعنا أن نشهد بالتجربة حسب في الأمر ويمكن لتعليم هذه التجربة الخاصة - كما يكون بوضع ساعة تعمل بالنقل في أعلى الصومعة مبره وفي أسفلها مبره أخرى فإذا لاحظنا أنها تتحرك ببطء في أعلى الصومعة مبره في أسفلها كان ذلك دليلاً على أن سقوط الأجسام جمع إلى جانب الأرض، لا إلى خاصية ذاتية في الأجسام نفسها

ونحنه فإن المقصود بالاستمرار وجزاء التجارب هو حصول على التجربة الخاصة، فهي وحدها التي تفصل في الأمر، ونعرض نوع الحل الذي يجب الأخذ به

\*\*\*

بنت كانت بالأحجار خطوط الرئيسية والتمهيج الجديدة التي دعا إليه فر سيسي يكون وشتر به لم هو حذب فعلاً في هذه الآراء والأفك التي تبارى بها هذا التفكير لاكتفيري بندي يصبر من البرود لأوتش بلعبره الانكليزية؟

نوسع أن نحلل في هذا الصدد، عدة ملاحظات

١- لم نر أهمية سحرية واندعوة إلى صطاعها في البحث في ظواهر لصعها وبتقاد طر في القدماء وفسفهم كل بنت كان سائداً في عصر يكون وفه، بل فكر نتج بنت



بالرجوع المبهري إلى حركة انبساطه التي عرفها أوروبا في القرنين الثاني عشر والثالث عشر  
تأثير الاحكام مع العرب والافلاس من لخصه العربيه

وقد مكفي هذا لاشارة إلى مفكر وفان انطلي عاش قبل يكون في برند على قرن من  
لرمس هو سوناردو د فيشي (١٤٥٢ - ١٥١٩) الذي اشد بالتحريه واهيتها في اكتاب  
المعرفه قال «ب من يعتمد على صبطه الأخرين مجهد، لا فكره، واما ذكره»، وقوله هذا  
يدكرن في دعاه يكون «أوهام مخرج» ثم ناقش الفلاسف الذين يعدون من شأن العمل  
ويخطون من شأن التحريه «يقولون إن ذلك معرفه التي نستق من الاحبار هي معرفه بيه،  
وإن المعرفه التي تولد في العمل وتنتهي بيه هي معرفه علمية عن أن يدوي أن تلك العلوم  
التي لا تولد من التحريه - وهي أم اليقين - والتي لا تنتهي في الملاحظه، أي تلك العلوم التي  
لا تخر في مسعها أو سباقها المتوسط أو في نهايتها بل تخرى في خمس هي علوم بطنه  
وطافحه بالأخطاء»، وإن عي ب اقوم بالتحريه من أن أقدم في البحث، لأن غايي هي أن  
أقدم لخصائص أولاً، ثم أقدم الزهاد بواسطة العقل على أن التحريه مرغم على أن يسع هذه  
طريقه المعينه وهذه هي المساعدة الصحيحه التي يجب على الباحثين في طواهر الطبيعة  
ساعها وينبغي أن الطبيعة تتحدى من العمل وتنتهي في التحريه عينا أ تتبع طريقه  
معاكسه هتدى من التحريه، ثم تكشف بوسطه لعلل» وأكثر من ذلك أدرك بيوباردو  
دايشي أهمية استعمال الترتيبات في البحث في الطبيعة، الشيء الذي عمله يكون، فهو  
يرى أن طريق معرفه الصحيحه يجب أن يكون طريقاً رياضيه «لا يمكن أن سمي أي  
بحث بالعلم الصحيح إلا إذا ساع طرق الترهين برصيه»

٢ - بعد أن يكون مبهجه والتحريه على محرد التأمل والتفكير، لا على امبارسة المعينه  
سبحث العملي إن يكون لم يكن محرب، ولا سبحث مكشف من رى كان سآخر عن علوم  
عصره، جها لاكتشاف المعينه الرائده وهذا يقص كيم، م في ذلك شأن ونكن  
يعين لكسر في تفكير يكون هو أن بصور مبهجه كآله، أو «أرغانون جديد» Novum  
Organum يعنو على العمل ويفرض معه عيه من الخراج يقول في هذا الصدد فكلي أن  
لكبار يرسم بدائرة دوي حادة إلى مد ماهره، فكذلك مبهجي به تجعل العقول مساويه  
في الكشف عن لطيفه، وبفعل من شأن لغزوي الفرديه التراجعه في المعبريه هذا بالإضافة  
إلى أنه مهم لبحريه بالمعي القديم، أي على أن التحريه حسيه، وهي غير تحريه  
معينه كي سري بعد وتلك التي سمواه سطر، أرسطيه لا يرمي إلى مسوى  
لتحليل

٣ - اب يصفه لعلوم على أساس تلكات الثلاث فصيف و«لا يصمد لأهل بعد  
فليس صحيح، مثلاً، أن ب يح من عمل الذكر وحده، بل لا ب فيه من العمل  
ومحيه وكذلك شأن بالنسبه إلى البحث في لطيفه، فهو لا يصمد لغير وحده  
فبمحبه دور عظيم في كشف المعني صف إلى ذلك معينه من شأن ترتيبات التي  
جعلها فرع علم الطبيعة، ودرجه سحر وسحر مياثيرق في لآله علوم

كل ذلك يبرر ما سبق أن قلناه من أن يكون م يطلق منهجه ولم يتحرر من التقليد منه، بل بقيت صفة به فريته منه، إنه على الرغم من تنافده لمعالمه القدماء، أرسطو وعنده الفروع الوسطى، فقد بقي عقله أرسطوطالبي بعداً جدياً عن عقل عابث وعصر ديمقراط. وتلك ملاحظته تصدق على جميع أولئك الذين هموا على عدم الأرسطي من مفكري الفروع الوسطى، وتتلخص عصر النهضة من بينهم يون. دوديفيشي وبيكون وغيرهم من معاصريها ومن صفوفهم بقول جورج هيرمان ريدر: «وخصه أنه كفي بوسع دراسته يرجع لفكر في أواخر الفروع الوسطى وعصر النهضة كفي بضح أن أكثر الاستعدادات لاختراعه عن عدم لأرسطي، كما نمت داخل إطار لأرسطي ذاته، بالاستعداد نحو تفكير يقيني في حد ذاته لأسطه، فهي تنوعت مصادر الأفكار، بقي عدد ذلك لعدة».

ولكن، مع ذلك، هناك ثلاثة عناصر مهمة، ربما تميزه عن سائعه وبربطه بالحقبة، برز في موقفه وألح عنده، رداً كسر وهذه العناصر الانحائية في تفكيره، هي:

١ - حاجته على عدم التسرع في استخلاص نتائج من الملاحظة والتجربة، فعلاؤه على سلسلة الاحتمالات والخطوات التي يرى أن لا بد منها في عمله لا تسرع، سواء في خطوة لعزل أو في خطوة الإنشاء لتكيفية للتسوية، فلهذا كان رعا كل نوعي أهمية السير تدريجياً وبحظي ذاته متوافقة في بحث العلمي يقول: هناك طريقتان لتكشف عن الحقيقة، طريق يقصر بمصاحبه من حوادث خروجه إلى المبادئ العامة، من الظواهر إلى الأسباب التي يشرح منها «لغويين الوسطى»، ولأسباب الطبيعة (وتلك هي طريقة الفلاسف الأرسطوي) وطريق آخر يسير فيه صاحبه معطو وحياط من الاحساسات والظواهر، ولا يصل إلى لغويين العامة (ولا بعد تدرج وطول نفس لتقريب الأول لا يقع عند التجربة، بل تمر عليها من لكرم، أم الثاني فقف عنده صوباً (كما نشأ قبل في الخطوات التسعة)، وهذا هو الطريق المطلوب، الطريق، الذي يفتح سماح العقل لتسرع حتى يسير سائماً وصبر من لغويين لاسدائيه التي يصبر حمة من الظواهر إلى لقوانين الوسطى التي تتناول عدداً أكبر من الظواهر والحوادث، وأخيراً إلى القوانين العامة لحدده التي بعد عن المبادئ، لأسباب القصوى، ومن يصري في تعويد العقل على هذا السبب التدريجي الرصين، «والعقل لا يحتاج إلى أحمدة، بل إلى اتقانه بالخصائص».

٢ - حاجته على أهمية خطه لعزل وتنويع التجربة فالاستقراء الحقيقي ليس مجرد تعداد الظواهر، فهي كثر، وهو لا يعدد إلا كذا كذا، إن الاستقراء يقتضي على مجرد العدد، استقراء صيبي كذا يقول فلا بد من لصق العرب والإثبات، مع عده الأهمية بقصوي لحظه الأرق.

٣ - إيمانه بما أسماه «لتجربه الحاسمة»، وهي التجربة التي تمكن الباحث من ترجيح

٢ - جورج هيرمان ريدر، بكوير العقل الحديث، ترجمة جورج طعمه، ٢ ج ١٩٥٠، دار الثقافة، ٩٥٥ - ص ٣٢٥

معرض على حرة، والتي سيكون لها شأن كبير في التفكير العلمي، كما سري بعد

ذلك هي عناصر لاجبيه في التفكير فريسيين سيكون بلفارده مع المباح التحريبي كس  
سقط بعدة، وهي عناصر بالغة لأهمه إذا عرلها عن باقي العناصر لأخرى التي برحرها  
تفكره وبني شدة في القديم شدة، ولكن تظل صعبه معموره إذا ما نظرا إليها من خلال  
محمل تفكره، الشيء الذي يؤكد ما هذه من قبل، من أن يكون لم يسطع مع تقديم، بل  
لقد حل ينحرف في إطاره ويكرر بمعطياته وبحث يجب أن لا نألف في تقدير أهميه، وأن لا  
نربط بشيء انعدم تحديث مباحه

## ثانياً غاليليو وميلاد الفكر العلمي الحديث

### ١ - ملامح من شخصية الرجل

إذا كان يكون قد بقي مشدوداً إلى الفكر القديم رغم ثورته عليه وبعاده لأسانيه في  
البحث والعمل، فإن العالم الإيطالي المشهور غاليليو Galilée (١٥٦٤ - ١٦٤٢) هو أول من  
قطع لصده بالفكر القديم، وتخلّى عن معاهيمه وأسمه وأسأله، مدشاً طريقة جديدة في  
البحث تقوم على نظره جديده بنظيره، نظره علميه حقاً

لقد أسس عيسىو نعم الفيزيائي فرنسي دعائم مباحه (المباح التحريبي)، ودش  
بحث في أهم فروعه لتفسيده (لديناميك (أو علم الحركة)، الحرارة، فكر (لج)،  
وأهم مباحه كبرى في قيام ميكانيك لنظريه، علاوة على كشفه الملكية

كاتب نظره إلى انكوب نظره مادية، فالعالم مادة وحركة، وأخره حاصعه لقلوب  
لعطائه (و لقصور له في) Loi de l'inertie لقد أوضح، بانتحارب (وبعالم ما كانت  
تجربه ذهنيه، كما سري)، أن حركة تسير بنفس السرعة وفي نفس الاتجاه (سرعه مستقيمه  
ومستطمة) ما لم يكن هناك ما يربط فيها أو يقصص منها أو يعير من مجاهها فحدد وصط،  
هكذا، هو دين سقوط الأجسام وحركات يبدو أن ليس هذه وحسب، بل لقد كاتب نظريته  
المادية، نعميه، هذه شمس سماء أيضاً لقد أكد بقوة مادية الاحرام السماويه (بي كان  
نعم القديم يعتبرها كائنات لامادية، عقولاً أو نفوساً) ونظر إلى حركتها بوصفها لا محلف  
في شيء عن الحركة لبي تعزري لأجسام في الأرض، فعصى بذلك على التصور القديم اندي  
كان يقسم الكون إلى قسمين العالم العلوي السماوي، علم الخلود والوجود الدائم الكامل،  
والعالم السفلي، عالم الأرض، علم الكون وبساده

وحسب كتاب غاليليو يستنتج من تجاربه على سقوط لأجسام قرائين حركة لأجسام على  
الأرض، كتاب كير Kipier (١٥٧١ - ١٦٣٠) يستخلص من ملاحظاته الفلكية قوانين حركه  
الأجرام السماويه وكان كوبرنيك Copernic (١٤٧٣ - ١٥٤٣) قد سره من قبل على أن  
الشمس، لا لأرض، هي مركز الكون، وهي فكره عرعب التصورات القديمه وأحدثت

بود فعل مريه (نويه نكويريكيه) وقد ناصر غاليليو نظريه كوبرنيك، بل إنه أثبتها بحريه وخرجها من حيز الرياضيات إلى حيز الوجود الطبيعي، ودبت بمصل ملاحظاته وكشوفه منكته فقد فلاح حرم لساويه بواسطة نيكوب (مكسر) صمعه بنفسه عام ١٦٠٥، وكب يكر ثلاث مرات، فكتشف بواسطة عدد من نجوم التي لم تكن ترى بعين المجده وساعد هصاف القمر وودينه، وكشف أمار شمري الأرضه وصطف حركتها، وأن كنف الشمس (يضع السود لي يظهر على قرصها) واستج منها ومن حركتها على سطح الشمس أن الشمس تدور حول نفسها، إلى غير ذلك من الملاحظات العديده التي ساهبت مساهمه كبرى في بناء العلوم الحديثه وعبير نظرة لناس إلى تكون والطبيعه

غير أن ما هو أهم من هذا كله بنشيه طريقة جديده في بحث، هي الطريقة التي بدعوه بيوم د المنهاج التحريبي. لقد أدرك غاليليو أهمية تطبيق الرياضيات على بحث في صواهر الطبيعة فجعل منها معمود تفكري لكل بحث علمي حقيقي. سخر ذلك، ليس فقط من خلال بحثه وتجربته وقويته التي حرص على التعمير عنها بعبير رياضي، بل أيضا من إدراكه الواعي أهمية الرياضيات، وصرحه، في عبارات مشهوره ما أي لرياضيات، هي نصح الذي يحل ألغاز لطبيعه. لقد كتب يقول: «يجب أن يكتب على علاف مجموعه مؤلفاتي ما بي مسدوك الفاريء بواسطة عدد لا يحصى من الأمثلة، أهمية الرياضيات وفائدتها في الوصول إلى أحكام في العلوم الطبيعية ومسدوك أيضا أن الفلسفه لصحيحة (أي العلم الطبيعي) مستحيله بدون الاسترشاد بهديه». ويقول أيضا: «إن كتاب الفلسفه هو ذلك المصوح دوماً أمام أعيننا (أي لطبيعه)، ولكن ما أنه مكتوب بحروف غير حروفها المعتائيه، فلا يمكن أن يقرأه كل الناس من الحروف التي كتب بها هذا الكتاب ليس شيئاً حر غير مثبات و لمربعات و لدوائر و تكراب و منحاريط وغير ذلك من لأشكال الهندسه التي تمكن من برأته». ذلك لأن الله كما يقول الكتاب المقدس «صنع جميع الأشياء من هذه وورث وقياس».

إن تمكن غاليليو من اكتشاف عدة حقائق علميه جديده، وفي طار من لتعكير جديد، وإدراكه الواعي أهمية الرياضيات في صطف قوانين الطبيعه جعله يعني عام الواعي أنه يصدد يرصد أمسن علم جديد م يسبق أن دشن البحث فيه أحد من قبل بهد الشكل، عدم سيعرف تقدم كبير كما جديس غاليليو دبت نفسه، يقول: «عيني أن اصنع علماً بالعلم في حده، يعالج موضوعاً بالغاً في القدم وقد لا يكون في لطبيعه ما هو أقدم من الحركة، لي وضع لعلاصفه فيها كتب ليس ففبه ولا صغيره ومع ذلك فقد اكتشف بواسطة «بحرته» خصائصها بمقدر معرفته، لم يسبق لأحد أن لاحظها أو أقام لدليل عليها. لقد وردت بعض ملاحظات السطحيه كالمول مثلاً بأن الحركة حره جسم ثقيل ساقط يردد بسرعه تاسم ر، ولكن هذه ملاحظات لم تسم إلى مدى الدقيق الذي به يتم هذا التسارع ونسب أنه لم يصل إلى علمي أن واحداً من اثنين أشأ إلى أن نسب مساهمت لي بقصه جسم ساقط في فرب مسابيه من لرمس بحصه النقص - اند، من نقطه سقوطه - هي كتب لأعد د المرده التي مدى، موحدة بعدديه. لقد لاحظ أن بعد ثف والماس

تتبع حلقاً متتابعاً، ومع ذلك لا يشرّحنا إلى أن هذا الخطّ المنحني هو مجرد طي شكل  
يكفي لمحت في قمة الدليل على هذه الحقيقة وحصلت أخرى كثيرة ومهمة، وإن ما هو أكثر  
أهمه من ذلك أنه فتح أمام هذا العلم البوصلة - وليس عملي فيه سوى مجرد بداية - طرق  
ومحاولات كثيرة مستفيدة منها على أيدي مي غالا، وسيدهور فيهما إلى بعد هاتين وأعمق  
بوجهيهما ونظريات التي سناقشها بإيجاز إذا ما صادفنا بحثاً حراً فيسودي باستمرار إلى  
معرفة جديدة مذهشة وإنه لمن يعقّب أن تشمل معالجته معه كهذه جميع نواحي الطبيعة  
بأنواع مثل هذه لطيفة<sup>(٢)</sup>

نلتك بالخصيص. بعض ملامح هذه الشخصيات العلمية انقذه، شخصيته غامضه برشد  
لأول تفكير العلمي الحديث وإذا نحن أردنا أن نحصى في عبارته وحده الجديد الذي أتى  
به غاليليو والذي شكّل أساس العلم الحديث، فلما إنه طرّفه في التفكير ومهمته في  
الحث لقد أهم غاليليو بالكشف عن العلاقات التي تربط بين الظواهر، الشيء الذي كان  
مهملاً من قبل، وبرك حثّ الحث عن «سادى» (الأسباب) لتفسيره بقي محدود  
على الفكر القديم. وبذلك أحدثت غاليليو قطيعة استيمولوجية - معرفية - بين الفكر القديم  
والفكر القديم قطيعة لم يعد من ممكن بعدد لعوده إلى أساليب التفكير القديمة  
والتصورات الأرسطية الوسطية التي كانت تشكل أساس العلم والمعرفة

ولكني نلمس عن قرب هذا المنهج الجديد الذي شجّه غاليليو - المنهج التحريبي - نرى  
من بعد تسع خطوات التفكير في دراسة ظاهره سقوط لأجسام، من مرحلة خلاصته إلى  
مرحلة الصور

## ٢ - سقوط الأجسام بين التفسير المتأخر بقي والمحت التحريبي

ظاهرة سقوط الأجسام ظاهره عادية معروفة. وقد فسّرها فلاسفة القدماء تفسيراً  
ميتافيزيقياً (نسب حجة إلى أشياء «طبيعية» على غير ما فعلوا بالنسبة إلى ظواهر  
طبيعية أخرى وأفلاطون، مثلاً، يرى أن سقوط الأجسام على الأرض، وعلى العموم  
يحدث الأجسام بعضها إلى بعض، يرجع إلى قوة حبه كامه في الأجسام نفسها، قوة تدفع  
الحسم إلى نوع من «العاطفة» مع جسم آخر، كما أن الميل إلى بعضهم (الذكر إلى  
الأنثى، والصدى إلى الصديق) ونفس الشيء - تقريباً - قال به أرسطو، فقد فسّر هذه  
الظاهرة بوحدة قوة «طبيعية» تدفع الأجسام إلى الانحداب إلى بعضها والسقوط أو  
الانحداب هو - في نظره - من «طوائف الأجسام» أي من عناصرها بداية وقد سبق أن  
سبب وللاسف العرب هذه الفكرة، فقالوا «إن الأجسام تنطد مركز الأرض» وعلى  
العموم، بعد أهم فلاسفه والمفكرين القدماء هذه الظاهرة، وجعلوا منها أحد موضوعات

(٢) غاليليو، الترامين الرياضية لفرعير جديدين في العلم، وهو أهم كتبه، وقد أورد من النص

علاه، في مصدر نفسه، وعنه حديثاً

والعلم الطبيعي، ويكلم كاسو، كي فان بيكون، يفرون من الملاحظة حسية إلى الأسباب  
عامة»

أما عالميو هندس مهبج مهبج آخر مختلف تماماً عن هذا النوع من التفكير فقد ذكر  
هيامه عن جدهره، كي هي في طبيعة، ساحت في وحدها، درس لعلاقات انحصه  
عائمه بن أحرانها. وبب وبب طوهر أخرى، معده لبحره والأحبار عواميين، فوصل  
هكده بن صاعه صوب الأحسام كي بي

١ - تسقط جميع لأحسام في الفراغ نفس السرعة مهي كد ورب وصيحي

٢ - المسافة التي يقطعها جسم السقوط مساسبه مع مربع الزمن الذي يستغرقه في  
سقوط

فكيف بوصل عالميو بن هد الفنون، وما هي خطوات سهجه التي تبعها في هد  
انشاء؟ ذلك ما سوضحه في الفقرات التالية معتمدين على مناقشه غاليليو نفسه هذه  
الظاهرة»

#### أ - من الملاحظة والمرصية إلى القانون

لاحظ غاليليو، سادى دي بد، أن لأحسام لا تسقط نفس السرعة، بل تتفاوت  
سرعة سقوطها باختلاف أوزانها (أو ثقلها)، فاحسب الثقل يسقط قبل الجسم الخفيف إذا  
طلقا من ارتفاع واحد (كرة من الحديد وقطعة من القماش مثلاً) بل هذه الملاحظة تعمل  
على الاعتقاد بأن اختلاف سرعة لأحسام الساقطة سببه اختلاف أوزانها ولكن عندما يدق  
في الأمر وسنوع التحرة يتضح أن هالك عصبراً آخر أهملاء ولم يدعه في الحسب، وهو  
لوسط الذي يحدث فيه لسقوط، أي هو، بالنسبة إلى الأجسام الساقطة عن سطح  
الأرض أفلا يكون هد لوسط تأثير في سرعة السقوط؟

بنا بوجدت جدهره سقوط الأحسام في وسط آخر، كماء، مثلاً، للاحصاء أن سرعة  
السقوط بعثرت، مما يوحي بأن لوسط دوراً أساسياً في الظاهرة وإذن، فهناك احتمالان  
أولهما، أن اختلاف سرعة لأحسام الساقطة يرجع إلى اختلاف أوزانها وثانيهما، أن هد  
الاحلاف نفسه يعود إلى مقاومة لوسط الذي سم خلاله السقوط؟ وكيف سفض في الأمر،  
إذن؟

هذا لا بد من تجربة حاسمه، أي لا بد من البحث عن وسط سم فيه عسيه استقرت  
هده مشكل يرجع أحد الاحتمالين على الآخر هتدى غاليليو إلى إجراء لبحره على صحن  
مملوء بالزئبق لكونه أكثر كثافه من الماء يقول هو أنا وصعب قطع من الذهب والفضه

(٤) عمدة في عرب مناقشه غاليليو لظاهرة سقوط الأحسام على مرجع الندي

Gallileo «Dialogues des sciences nouvelles. première journée» traduction P H Michel dans  
Gallileo *Dialogues et lettres choisies* (Paris Hermann 1966, pp. 297-301 et 309-31).

والمعادن الأخرى فوق سطح إناء مملوء بالزئبق، تلاحظ سقوط الذهب وحده إلى قعر الإناء، وبقاء المعادن الأخرى فوق سطح الزئبق. علم بأن هذه عطفة معدنية فيها الذهب، تسقط كلها في الهواء بنفس السرعة. وإذا، فإن الفكرة التي برزتها هذه بحدوثها هي أن سرعة لأجسام الساقطة بحدودها، كلما كان الوسط الذي سقط فيه أكثر مقاومة (زئبق أكثر مقاومة) أو كثافة) من ماء، ولاء أكثر مقاومة من هواء (

هذه هي نتيجة الأولى التي أدت بها فرضية لي انصبغ منها، فرضية غير مقاومة لوسط مقاومة كلب أو حزناء، عن اختلاف سرعة لأجسام الساقطة. ولسؤال ندي سائر إلى الدهن بوجي من هذه النتيجة هو يرى ماذا سيحدث لو ما تمكنا من إله مقاومة لوسط مده؟ ب لاحتياك ندي برزحه نتيجة سائده هو أن لأجسام، في هذه الحالة، ستسقط كلها، معاً حيث وزنها، في وقت واحد، وسرعة واحدة إن هذ عزم. فرض إن فرض مبرح ما في ذلك شك. وبكيفية نحاح، كعده من مفروض مسابقة، ب تجربه أخرى تؤكد. إن التجربة وحدها هي التي ستفصل لي ما إذا كان هذ المفرض مجرد تخمين، أم أنه فرض صحيح، أي قبول؟

ب تحقيق هذ المفرض يتطلب حراء التجربة في وسط حال من المقاومة تمام، أي ب الفراغ. ولكن كيف نستطيع ذلك والعصر، عصر غاليليو، لا يوفر على لوسائل والتقنيات التي تمكن من إجراء التجارب في الفراغ. وأمام هذ العائق خذ عالميول أن التجارب ذهنية. وأحد يلخص هذ المفرض ما يؤيده من ملاحظات التي كان يوسعه يقيد بها، معجباً بالفكر والخيال، حريصاً على تصيد المفروض الدقيقة

هكذا لاحظ ب لأجسام الساقطة مختلفة النور، يتصل بالفرق بين سرعة سقوطها، عندما يكون لوسط أقل مقاومة، وذلك إلى درجة أن سرعة الأجسام الساقطة والمختلفة بوزن مختلف كبيراً، تكاد تكون واحدة عندما يكون مقاومتها لوسط شبه معدومة. وهو أن أحدنا، مثلاً، كرة من الرصاص، ونفاخه حديدية في مثل حجمها، ولأحظ انقروا لشاسع بين ورنيهي، وهو فرق قد نعدى بسره الواحد إلى الألف، ثم اعتماداً على الفكرة القائلة إن سرعة سقوط ر حعه أساساً إلى وزن الجسم الساقط، لكاتب النتيجة، سطقية هي أن كرة رصاص ستسقط قبل النفاخة الحديدية بسره ٩٩٩ إلى واحد. وبعبارة أخرى فقد تدرب أن كرة الرصاص ستسقط في ثانية واحدة، بوجب أن سقط النفاخة الحديدية، في مدة ٩٩٩ ثانية لأن النسبة بين ورنيهي هي كما كتب كسه الواحد إلى الألف. هذا ما تدل عليه التحليل المنطقي. ولكن التجربة لا تصليق هذه السحرة ب لاحتربة بشر بين أن الفرق بين سرعة سقوط كرة رصاص وسرعة سقوط النفاخة الحديدية لا تتعدى بسره الواحد إلى ألف، على الرغم من ذلك لتفاوت هائل بين ورنيهي. وإذا فإن سبب اختلاف سرعة سقوط لأجسام، بين نور، أم الثقل، ب مقاومة الوسط، لشيء الذي يسمح ب استنتاج أن لأجسام الساقطة في الفراغ، حيث نعدم تمام كل مقاومة، سقط كلها بسرعة واحدة معاً. يختلف وزنها وطبيعتها (القانون الأول)

## ب صغ الظاهرة وصياغتها رياضياً

نقد رنر غاليليو انسابه حدد لان على ثلاثة عاصر في الظاهرة المدروسة و  
 لأحسام، خلافاً سرعتها، مقاومه الوسط. وعندما أدى به تحليل إلى اكتشاف بعصر  
 لاحق بوصفه مسؤولاً عن حدوث السقوط، استنتج أن يحدد الظاهرة تحديداً أولياً، فصاع  
 بقانون لأول. إن هذ القانون مهم، ولا شك، ولكنه بسيط ناقص، سيظل قانوناً وصفيًا،  
 ما لم يتم تحديد سرعة السقوط، أي ما لم تكشف بعلاقة احسابيه بين سرعة السقوط  
 ومقاومه الوسط. إن صياغة هذه العلاقة صياغة كمية رصده هي وحده التي سيجعل من  
 هذ القانون، قانوناً عملياً الكمية، أي يقاسر الذي يمكن من التنبؤ سبباً سرعة سقوط  
 الجسم عبر مسافة معينة، فكيف نستعمل إلى تحديد هذه العلاقة وصفيها وبعبارة أخرى  
 كيف نوصل غاليليو إلى القانون الثاني؟

عندما طرح غاليليو مسألة لعلاقة بين سرعة سقوط ومقاومه الوسط خطأ خطوة  
 أخرى جديدة و أساسية في تحليل الظاهرة لكي نحن نصلدها نقد أدت ب مرحله لسبقه  
 من التحليل إلى اكتشاف دور الوسط الذي يتم عبره السقوط، وذلك بفصل تنوع الحرية  
 وبحوائثها في هواء والماء والوثق، ومعارنه كره الوضاح مع البقاخه اخلدنه. ولأن يجب أن  
 نحدد تنوع لحرية شكلاً آخر من ذلك مثلاً دراسة ظاهرة السقوط في وسط واحد، مع  
 تنوع مسافات السقوط، وبذلك نكون قد تنقنا إلى مستوى آخر من التحليل، لشيء  
 الذي سيضعنا على حقائق جديدة

لقد بين، بالفعل، أن الأحسام الساقطة المخدعه لورن برداد سرعة سقوطها تفاوتت  
 بقانون مسافة التي تقطعها. كبح برداد المسافة برداد الاختلاف في سرعة السقوط ماذا؟  
 إن ذلك لا يمكن أن يكون راجعاً إلى اختلاف وزن الأحسام، فبقدر بأكد لذهب من قبل أن  
 سرعة السقوط لا تتعلق بالثقل ولا بخصيصة الجسم. وإذ، فلا يعني بلاً أن يكون المسافة ذاتها  
 هي سبب اختلاف سرعة سقوط من مسافات مختلفة. ولكن كيف نحور ذلك، ركب قد  
 قرر من قبل أن لأحسام سقط دفعه وحده في الفراغ؟ إن الفرصيه الجديده التي عليا أن  
 تقترحها يجب أن لا تتعارض مع الفرصيه المسافه التي أصبحت قانوناً يجب أن تتوافق  
 معها، وبلا هدف ما بقاء وإذ نحن أمام لظرفه ليليا في هذه المسألة بين ب أن الأمر كله  
 سوف فعلاً على ثبات أن لأحسام سقط في الفراغ سرعة وحده رغم اختلاف مسافات  
 فكيف سأتى إلى ثبات مع عدم قدرتها - في عصر غاليليو - على إجراء التجارب في الفراغ؟

لنسمع لبحث بالوسائل الخوفرة. وللاحظ أن الأحسام تتسارع عندما سقط (والتسارع  
 Accélération معناه زياده اسرعه أو انخفاضها أو تعيد اتجاهها) ويحصر في لظاهرة لوي  
 بمرصها يعني تتسارع أنه كلى طالت مسافة التي يقطعها الجسم المسافه، بادت سرعته،  
 وهذا شيء يؤكد ملاحظه أو بحره والحجارة التي سقط على راحل ماري في الطريق، من  
 الطابق لأول أهل خطر عبه من الحجارة التي تأتيه من الطابق لعاشر مثلاً. إن وقع هذه  
 أكبر وأخطر لأهل بمر عبه سرعة أكبر هدم من جهة، ومن جهة أخرى يكف أن ملاحظ



أن الأجسام الثقيلة تسقط من الأجسام الخفيفة، وأن الفرق بين سرعة سقوط هذه وسرعة سقوط تلك يزداد المسافة، مما السبب في ذلك؟

إن الفكرة التي يحظر بالدهن، والتي يوحى بها هذه الظاهرة، ظاهراً نأثر مسافة في سرعة سقوط الأجسام، هي أن السارح يريد من مقاومة الوسط من جهة فقطعه يهبط لي سقط من علو شاهق يتعرض لمقاومة هواء هي يجعل سرعتها تنخفض، وبكيفية، أي السارح، يعمل من جهة أخرى على افتتاح لوسط أمام الجسم بسرعة أكبر كلما كان الجسم أكثر ثقلًا (قطعه الخشن لي سقط من علو شاهق يفتح ف هواء سرعته ويزداد سرعتها وبتلك بفصل ثقلها في الهواء).

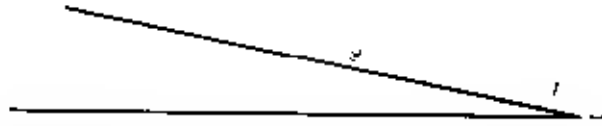
هنا، إذن، بعد ثقل الجسم دوراً أساسياً، الجسم الثقيل يمر لوسط على لافتح سرعته، أما الجسم الخفيف فلا يفعل ذلك نفس المرحله. وهذا يعني أن قوة التسارع بعدد، أو تكاد، رديداً مقاومة لوسط عندما يكون الجسم ثقلًا، هي يجعله يسقط وكأنه يسير سرعته مظمه (غير متسارعة). أما الجسم الخفيف فهو لا يقحم الوسط بنفس القوة، نظراً لخصه، أي لصلبه ضعفه على الوسط، لشيء انهم يعرفون سرعته، وذلك في درجه أن الأجسام الخفيفة جداً قد تظل معبقة في الهواء كدروس مثلاً - إذ كانت مسافة السقوط كبيرة.

والنتيجة هي أن اختلاف مسافة السقوط يؤدي إلى اختلاف سرعه الأجسام الساقطة بمعنى أن الزمن الذي يستغرقه جسم في السقوط يتغير بمسافته.

كل ما يقدم كان عبارة عن محاكاة عليه أو وتجارب ذهنية، فعلاوة على استحالة إجراء التجارب في الفراغ - في عصر غاليليو - كان من المستحيل أبداً في ذلك الوقت ضبط سرعه الأجسام الساقطة من مسافات كبيرة. فكيف تمكن غاليليو، مع ذلك من ضبط صحة هذه لمروص والاسحاب وصياغتها في شكل قانون رياضي؟

هنا، وفي مثل هذه الأحوال لا بد من صنع لحادثة فاصلة لا يقدم لب الظواهر كما يريد. وبتلك كان الحادث العلمي حادثاً مخريباً، حادثاً نموذجياً مصوغاً، لا يوجد في الطبيعة بكل صفاته ونقاوته عند غاليليو إلى صنع الظاهرة بشكل يمكنه من التغلب على الصعوبات المذكورة. فمرفقه نتائج لسقوط سواء يعلق الأمر بالأجسام ثقلية أو بالأجسام الخفيفة، وسواء كانت مسافة السقوط طويلاً أو كانت قصيرة - وأكثر من ذلك فإن صنع الظاهرة يمكن من حساب زمن السقوط بدقة. إن إدخال عنصر الزمن هنا، بوصفه عاملاً أساسياً تغير يتغيره عناصر أخرى في الظاهرة (وهذا ما يسمى في بعده لتعميمه معاصره بتعبير الوسيطى Parametric)، شيء ضروري وأساسي، يفسد الظاهرة ضبط دقيق.

فكر غاليليو في الأمر، واهتدى إلى تجربته مشهوره المعروفة بالنجونه السطح مائل. بعد صنع غاليليو سطحاً مائلاً، كب في شكل، هدف منه دراسة ظاهرة سقوط الأجسام بشكل يسمح بحقيص سرعه الجسم لساقط إلى أدنى حد ممكن. إذ كلما كان السطح أقل ميلاً كانت حركة الجسم لساقط عليه أقل سرعه.



أخذ عالمنا كرة حديدية صغيرة، وحسن سطحها على هذا سطح زلزل، باحث فيه عن السقط التي إذا وضع فيها الكرة الحديدية استعرق سقوطها، على التوالي، ثالثة واحدة، ثم ثلثين، ثم ثلاث ثوب. وبعد تكرار محوونه صنع أن يحدد نقاط مذكورة كل يلى، على التوالي أ، أ، أ، ثم أخذ يقيس مسافات التي تفصل هذه النقاط عن نقطة السقوط (نقطة ب) فوجد أنه عندما يكون مسافة ب (أي عندما يكون زمن لسقوط ثابته واحدة) تساوي 20 سم مثلاً يكون مسافة أ ب (من السقوط ثلثين) تساوي 80 سم، ومسافة أ ب (من سقوط ثلاث ثوب) تساوي 180 سم

يمكن أن نكتب النتائج كما يلي

$$٢ = ب = 20 \times 20 = 20 \times 20$$

$$٢ = ب = 20 \times 20 = 20 \times 20$$

$$٢ = ب = 20 \times 20 = 20 \times 20$$

$$٢ = ب = 20 \times 20 = 20 \times 20$$

لقد جوت مظهرة، الآن، إلى علاقات رياضية، وبعبارة أخرى، إلى بيئة رياضية، بعد في إمكان دراسة هذه سية (أو العلاقات) بصرف النظر عما عن المعطيات لتحريره لي كما يحدث عما قبل (تصل لأحسام، اختلاف سرعه السقوط، مقاومة الوسط، اختلاف مسافة) ب هذه تعادلات الرياضية بين ب ووضح أنه إذا فرضنا أن الجسم الساقط يقطع في ثابته واحدة مسافة م (في مثال لسان 20 سم) فإنه يقطع في ثلثين مسافة م  $\times 2$ ، وفي ثلاث ثوب مسافة م  $\times 3$  وهذا يعني أن لمسافة التي يقطعها الجسم الساقط مسافته مع مربع الزمن الذي يستغرقه في السقوط (الضرب اثني) وهكذا أصبح في إمكان الآن، سن نعط صيغ تظهره سقوطه، من أيضا لـ مسافة الزمن الذي يستغرقه لسقوط عن مسافات عظمه إذا عرفنا مقدار الزمن الذي يستغرقه في سقوطه عن مسافة واحدة معينة

\*\*\*

بنت هي الخطوات منهجه لي نعلم عالسي في محبيه طهره سقوط الأحسام ورد نحن أردنا نحقق خط سير هذه الخطوات في عب ه و حده، فب بـ نحقق في الانتقال من الملاحظة الكيفية (ملاحظة أنواع سقوط و اختلاف السرعه) إلى الملاحظة الكمية (العلاقة الحسنية بين مسافة السقوط و مـ)، وهو لأنصاف الذي يمكن من صياغة الظاهرة صياغة رياضية، ي يحويها إذا سة رياضية، إلى شبكة من العلاقات الحرية وبنت حياصه مساهم جدا من خواص منهج تحريبي

مؤجل لآ - الحديث عن خصائص مباح التجريبي، كى طبقه عاينيو وكى يتحدث عنه ليوم علم المساهج، ونسرح، من ذلك، على بعض المساهجات التي رافقت بشوء هـ مباح وقيام التفكير العلمي حده، ولي يعكس جانب من جوانب الصراع لدي حديم ونقدم دوم بين تقدم وحدث، كى كان الأمر يتعلق باحبار مرجه حاسمه من مراحل تطور هـ هـ انماش سيعي الملاحظات التي ستجاءل سببها، وسيجاءل في ذات الوقت فكره و صحه عن لصعوبات - أو انماش الايسيموبوجيه - التي تعرض ساس عده عاينيو الانماش من انماش الفكره معامه التي انماش فيها ونظرو هـ إلى سـ فكره حديمه كى أن هـ القاسم سيجعل بذك عمو كثر مدى بحر غاليليو، رفعة و حدة، من سيطره لفاهيم وطرق بحث لديمه التي لم بحر مباح معامه لدي حادوا عده، لآ سبب، وبعد فده طوبله، عى يعطي انقطعه الايسيموبوجيه لي أحديها مع الفكر لقدم و معصر هـ، أبعاد حقيقه المعينه

### ثالثاً من مظاهر الصراع بين القديم والحديث ارتفاع السوائل ومشكلة الخلاء

م يسأ مباح تجريبي، كى حنيه من خلال مثال سقوط الأجسام، دفعة واحدة، وم يكن روح العنصر الحديمه التي رنكر عنها لسود ونسشر دوم مناقشه و معامه، بل لقد واك هـ مباح، في شأنه ونطوره، نعيم حديث في قيامه ونموه ونصحه فكى صطدم الآراء، لأفكار الحديمه التي امست عصر ليهه في أوروبا نالفاك لقدم و الوسط في مند ن لعلسه واللاهوت و لأداب والفن، صطدم التفكير العلمي لديمه الحديمه وطريقه لتجريبه لفاهيم و لطرق لتفديمه التي طلب سائله في العام فنحصر مند افلاطون وأرسطو مند كانت نظره لعلسه الوبس «وعنه» بصرى ونوسعى إلى انكون و طوره برنكر على حده من مفاهيم وانصورات ميتافيزيقية التي يكر من سهل التحلى عنها و حتى عديدها، مثل مفاهيم مادته، والصوه، و جوهر، و لوجود بانفوه، و لوجود سامع، و «مطالع» امح، و بصاً مثل التصورات التي تعص من الأرض وسببها، ونقسم بعاء، يد عاء انكون والفساد وعالم الثبات والديموم، إلى عاء ذلك من لفاهيم وانصورات التي كان من سأل التحلى عنها كى أو حرثها، نعوين تفكر القديم كى

وهذا فانسأله معروجه مع قيام نعيم حديث عى يد عاينيو كى في حصه ونوامع، مساله التحلى، و عدم سحى، عن السبه الفكره لعمامه في سادب خلال معصور ونوسعى ولي امست كى من عاصره من لفلسفه بوبسه و سبب كى لا نـ ن يلافي لعيم حديث معامه شديده لمن فقط مر جانب رجان سلاهوت و صحت لكيسه لتير كى و العدي، و حاكموهم و شردوهم و فلوهم، ن عى نعي تفكر نعيم كى شيد عاينيو معامه سديه من جانب الفلاسف و نعيمه ندين كى هـ مباح هـ في

الكثوف بعنمة . تها يد لم يكن من حين على هؤلاء فلاسفة - انعماء سحر كليه عن  
مفاهيم انعماء حي نو عليها فلسفهم و سمو انطلاق منها رؤاهم « لعلمه » الفلسفه

وهكذا ، قد ترك حب رحا الاكروب و «ذكائره» القرون لوسطى الدين عاصوا  
الحداب و حرم الكتب بي تحدث عن انطريات الحديد (كسويه كوبرنك مثلاً حور  
نور لارض حور شمس) وطعو في طريقه عمل عاليو تكونه يسعمل لوانصباب ،  
وهي من انشاء ذهني حصن في مناجله لطواهر بطبيعه شمس صفر ، الشتي - اندي لم  
يكن بسسيعه التفيد الأفلاطوني - الأرضي . يد ترك حب مثل هذه الاعراض ، وقصر  
اهتمام على انطقيات بي كات تشد وتخدم في لأوساط بعنمة انعماء وحذف ، فاب  
سلاحظ ان انططعه لانسيمولوجه بي دشها عاليو لم تصح لطبيعه عامة على مسوى  
النسبه الفكرية سائده لا بعد حور من لرمي ، أي بعد عبي سوش وقام بكبيكه انعماء  
من خلال هذه انعماء بي عاليو ويوش فقد بقيت النسبه الفكرية لعديده تحول الدفاع عن  
نصه من خلال عدة مفاهيم تمكك بها انعماء - الفلاسفه ونوا عليها أساقهم الفلسفه . ولم  
يكن من لسهل يتخلص منها ، عن لرغم من الكشوف بنعميه لمعديه التي جاءت بتمرر  
كشوف عاليو وطريقه لجرسه

وسحاو في صفحات انعماء أن يعرف على بعض نقصا لي كات مثير لعاش  
بين الفلاسفه ولعماء ، و بي كات تدور حور بعض مفاهيم والنصوات بي كات شكل  
نوعاً من «لعوائق لانسيمولوجه» لم تم تصفيه الحساب معها إلا بعد جهد وطول مده

## ١ - توريشلي وقصة المصححة

حدث ذات يوم من أيام سنة ١٦٤٢ أن لاحظ السعدون في حفر دور سا نايطاب  
ان مصحه التي صنعها أحدهم رفع ماء إلى مسوى أكثر من مسوى العادي المعروف لا  
رفع الماء . عم كرهه ، إلا أن مسوى معين . ب الماء «عشع» من الصعود إلى أعلى مصحه ،  
وبقيت عند ارتفاع معين لا يعبده ذهب صاحب مصحه إلى عاليو وأخبره بالأمر ، فمش  
هذه طاهره وذهب إلى عين انكسرتأكد من الأمر ، ثم قال يظهر أن لطبيعه لا تحاف  
الفرع (أو خلأ) إلا في حدود معينه وكان أرسطو ومن بعده «عنه» «هرون انوسطي  
بمسرون صعود الماء بمصحه يكونه بحثي بفرع (مكس مصحه سحب هواء من قاعه  
فيصعد الماء) . ان كنه «بحثي» بذكرى حدث انتفسر لأحيائي لطواهر انططعه لذي صاد  
قدي

كان مع عاليو وهو يومئذ شيخ مسن ، بنعميه به اسمه توريشلي Torricell (١٦٠٨  
١٦٤٧) أن ب الطاهره فصوله ، فأخذ يفكر فيها في ضوء مفاهيم عاليو في البحث ، واهتدى  
إلى لفكرة السالبه . ان نفع الماء بمصحه ليس سبه حور ماء من الفراغ ، كما يعتقد  
الناس ، بل السبب الحقيقي والطبعي هو الضغط الذي يمارسه هواء على سطح الماء ، قد  
وجد ممد حال من الهواء (قوة لمصحه) اتفع به عمل ذلك لضعط كات هذه لفكره



اخوي (كي هو الإنسان في الدروب الترابية) تمكن حينئذ صناعه هذه المرحية على سكن قنوب، وهن عيل باسكن تجربته حاسمة بحري في ا واحد في سطح الحبل ووسطه وقمة، ومعروف أن الضغط اخوي قوي في سطح الحبل منه في وسطه. وأموي منه في قمته كن باسكن يعيش في منطقة Rouen وهي عبر حبله، فكك إلى صهيرة واسمه بريي Petre بني كان سكن منطقة كيرمان في ن Clermont Ferrand حبله وطلب منه حرة، بحره انطونه فقام به سنة ١٦٤٨ ولاحظ ان مسوي لرتين في أنوبه بوريشي كان عند سطح حبل هي دو دوم Puy de Dôme على مستوى 26 اصيف وثلاثة أحرار ونصف، ثم صعد حين وعده فله لاحظ ان مسوي الرتب في لأسونه المذكورة قد نقص إلى 23 صيف وحرين وعنده أحد في الرون من فله الحبل أخرى بحارب في وسط حبل، فكك نتيجة ارتفاع مسوي الرتب بانرون إلى الأصل حتى رد عاد إلى سطح الحبل وجد نفس سطحه اني لاحظ فله بدنه صعود وهكك أكد أن هناك علاقة مطردة بين ارتفاع الرتب في لأسونه وبين ضغط اخوي يرداد برباده وينقص نقصا، فكك ان باسكن بانسحه، وكس هذا الأخير يقوم بحارب مثاله في محل افامته، دارة في أعلى منزل، وتارة على لأرض، فحصل على نفس نتيجة، وهي ارتفاع الرتب في لأسوب لرحاحي بارتفاع ضغط اخوي وانخفاضه بانخفاضه فتأكد بذلك فمصة بوريشي، وأصبح ضغط ضغط اخوي هو لسب في ارتفاع مسوئل في الأنايب المارة

لم يقف باسكن عند هذا الحد، بل عمم هذا القانون، معر الحارب لتي قدم به هو وصهره حرة من ظاهرة عامة، ومظهراً لقانون عام في الطبيعة، فواصل أبحاثه وتجاربه على مختلف الأوب ولسوائيل، ووصل في نهاية إلى قانون «برازل السوائيل» المعروف هذا بالإصافه إلى تنطيمات العممية وصناعية التي فتح المجال ه أنوب بوريشي لند تحول هذا لأسوب في بعد إلى وسيلة لقياس الضغط اخوي (بارومتر)، وأداة لقياس «الارتدادات، ووقع أحوال الطقس»

### ٣ - مشكلة الخلاء بين الفلسفة والعلم

قد يبدو أنه من غير مفهوم أن يفتش برء، بعد كل هذه تحارب، فرضية بوريشي وباشحه ولكن لدي حدث هو المعكس تماماً ذلك لأنها بطوي على تصور حديد لتطيه تحيد اختلافاً جذرياً عن التصور سائد من قبل بعد كان هناك «عائق يستمولوحي»

(ه) خصوصاً باسكال نظر يجب بندي، باسكال، مله مزاج الفكر العربي (الفهره دار

معارف [د ب ]١٠

Emile Boutroux *Pascal, les grands écrivains français* (Paris: Hachette, 1900); Jacques Chevalier *Pascal les maîtres de la pensée française* (Paris: Plon [1922]); Léon Brunschwig *Le Génie de Pascal* (Paris: s n [1924]), et Pierre Humbert. *L'Œuvre scientifique de Blaise Pascal* (Paris: s n [1947])

يجب بعض الملازمة والمكبرين من قلوبنا شجها عند كان القصد، وعلى راسهم أرسطو، يقولون باستحالته وجود فرع مطلق، لأنه لو وجد مثل هذا الفرع لواصل محسوب في بعض دور زمان، وندرك بطلان السوء ونصل بحركة هذا من جهة، ومن جهة أخرى كان ذلك بـ وهو معاصر بـ سكبـ قد أرحبه عدم كنه إلى عنصرين اثنين «فكر والامدر» فالطبيعة عند ملاي كنه بـ دة التي ترجع في نهاية التحصيل إلى لامداد [endive] (شعاع مله، وعدم بحرق يضي من مـ هو الامداد) وعندك عدم من ديكورت فكره وحرد فروع مطلق لها تعارض تام مع أساس فلسفه، وفان لأبوه الرجاحة التي تحدد عب سابق لسب فارغه بـ، بل بها عدم بدو في عه بكون في (خلفه) مـ ماته بطيعة Matière subdue، ماته رفيعة جداً لا مكر إثبات وجودها بالخبره<sup>1</sup>

بـ هـ، دـ، اء فرصة مسافره، ولا يمكن ثابها بالخبره وفي د الوقت «لا يمكن لاسماء عـ، ورأ أدنى ذلك إلى امـ» لا سطلي كنه، والفلسفه الديكارية كنه فكان طبيعاً أن نخدم النقاش حول وجود الفروع بطل أو عدم وجوده، بين اساترين على التمسيد لأرسطي، وبين صيرين لديكار من جهة، وبين أوتشك لدين أحدو بشعور بـ روح العفصه التي تشب عاليه، والدين م يعودو يقببون انصرصيات إلا ما يؤكد الخبره، من جهة أخرى

ورغم أن بـ سكبـ م يكن قد قطع نهائياً مع فكر القسم، وخاصة حساب اللاهوتي منه، ورغم أنه كان ديكارياً في فلسفه، فإنه بقي مع صـ و، الأحد بالسائج التي نسمع عنها لخبره يؤكد التحصيل العلمي تنفي بـ سكبـ من أحد معارفه رساله يقول فيها بـ م بدعوه حلاء هو مـ، لأن م فعل «الأحسام، فهو ينش انصوء، وبكسر فيه ويعكس عليه، ويعرف بحركة جسم حر (معلق بالأمر بـ بالفروع الموجود داخل الأنبوبة الرجاحة)، فرد عنه بـ سكبـ رساله يضع فيها إحدى القواعد الأساسية لفكر بعلمي ونهاج لخبري فان بـ سكبـ دـ بعض لا يقبل شيئ ولا يرفضه بـ سكبـ قاطع، إلا إذا كان الأمر بمن بد هـ عقيده أو بـ هـ (لاحظ تأثير مـ هـ ديكارت عنه) فـ دـ م انصرص م بـ سكبـ بـ هـ أو بـ هـ، فإنه بقي مجرد فرض، مع نيل من صحته ثم أحد بـ سكبـ كحل في رساله مرغم مكانه وبـ هـ فـ هـ إلى بـ سكبـ انصوء لدي نحدث عنه سن شيئ آخر سوى بـ سكبـ الأشعه على رجح الأنبوب وحتى إذا سمع حدلاً، بأن هناك ماته مـ في الأنبوب الفراع، فهي لا تؤثر في لشعاع لصوتي وإذا افترضنا مع ذلك أن هـ نوعاً من لتأثير فيه، فإنه وتأثيره عبر قنابل بملاحظه أم عن كون اشعاع لصوتي الذي يمر في الأنبوب لنفاره تسعري مـ حلال مـ هـ، م يد في نفوذ على وجود ماته بد حبه، فهذا م لا يمكن تأكيده أو رفضه، مـ د لا تعرف مسبق حقيقه انصوء، وحقيقه الفراع، وحقيقه بحركة، بـ لا بد من معرفه ذلك كنه حتى يستطيع لب في افراضكم ولكن بما أن مجهل ذلك، وب أن لنحرمه نين أن انصوء يمر عبر الأنبوب الفراع، وأن بحركة فيه تسعري مـ، فإنه لا بد من أن نستنتج أن انصوء يمر في الفراع (الظاهري على الأقل)، وأن بحركة داخل هذا الفراع تتم في زمان مـ مـ مدلاً عليه التحركة ويجب أن نقل

بدلت، ووأن لا نستج نتائج من أمور مجتهدها

إن هذه بقاعده لتجهبه التنبه، بالإصائه إلى ملاحظات التي سبحانهها سابقاً، تجعل في إمكانه لأن سبحانه حصه لروح العنمه وخصائص منهاج التجريبي وخطواته

## رابعاً نتائج عامة خطوات المنهج التجريبي وخصائصه

سحلص من كل ما سبق أن المنهج التجريبي بأنفس، بكيفية جماليه تحصيلية، من الخطوب لئاليه «الملاحظة»، «الفرضية»، «التحرية»، «القانون»، ولكن عيب أن لا يطر إلى هذه خطوب كمر حل مستعمه، أو كخطوب نتائج بهذا الترتيب ضروره

و لو فوع أن الملاحظة العلمية سبحانه في غالب الاحيان فكره موجهه، هي الفرضيه في شكله، التحميلي، ولا يصح هذه الفكرة فرصة عديمه إلا إذا، سبحانه ملاحظات وتجرب وودت هناك ما أحل بين هذه الخطوب، مما يجعل من الصعب ضبط أي أسس من الأخرى ومسرى في الفصل انعدام كيف أن حركه الفكر في المنهج التجريبي سمحور كلها حول الفرضيه، مما يجعل من هذا الأخير منهاج فرضياً - متحاب

هذه، من جهة، ومن جهة أخرى ميزان التحليل الذي قدعناه سابقاً بظاهري مفعود، الأحكام وارتفاع السؤال يكشف له عن هذه من الخصائص الأساسية غير منهاج التجريبي، وهذه أهمها

١ - منهاج التجريبي يعتمد الاستقراء أساساً، ولكن لا الاستقراء الأرسطي، بل الاستقراء العلمي الاستقراء الأرسطي استقراء للكيفيات والخصائص، يفعر من الوقائع - خروقة إلى «المبدأ العام»، من لصفات الخاصه، إلى الصفات العامه وهكذا فمن استقراء أكثر ما يمكن من أنواع لأجسام التي تسقط والسوائل التي ترتفع في لأبواب (فقط أكثر ما يمكن، وهذا كان الاستقراء هذا المعنى سابقاً دوم) سم لاهم إلى القول إن في الأجسام الطبيعية خاصيه ذاتيه تجعلها تسقط، أو أن ماء يحشى للمراع إن هذا النوع من الاستقراء لا ينتج شيئاً في مجال المعرفة العلميه، فهو يقتضي بوصف الظواهر وصفاً كيف أم لا استقراء علمي فهو لا يفيد عند حد بعداد لظواهر والاستقراء من الكيفي لصفات، بل به يعتمد أساساً إلى دراسة حالة واحدة واستقراء الأوجه التي تظهر فيها وتحليل العناصر التي تتألف منها إن هذا هو ما يسمى اصطلاحاً بـ «التحليل» Analyse

٢ - وكما يعتمد المنهج التجريبي من لاستقراء - علمي أو التحليل يعتمد كذلك على الاستنتاج أو التركيب Synthèse فالملاحظة والتحرية توجان أثناء لتحليل بالفكره،

٦) انظر نص الرسالة في Robert Blanché *La Méthode expérimentale et la philosophie de la physique* collection ٥٢ 46 (Paris Armand Colin, ١٩٦٩), pp. ٥٧-65



الفرصية، ومن هذه الفرصية ينطبق الاستنتاج في عملية متسامية يركب فيها عناصر لتي لم  
لكشف عنها أثناء تحليل تركب منقطع، إلى أن يصل إلى صياغة قانون أو مبدأ عام، نعممه  
على جميع الظواهر

وكي يختلف لاستمر، نعلمي عن لاستمرء الأرسطي، يختلف كدث لاستراح أو  
سركيب، في ميدان العلم، عن الاستنتاج المنطقي المنحص (عن القياس الأرسطي)، لأن  
لاستراح عكس لاستمر، هو عملية ينتقل فيها الدهن من لعام إلى الخاص بيد أن  
نقيض الأرسطي يسم بالناحية لصوبه فقط مهملاً الناحية أدديه فإن هو لا جمع  
لأحسام سقط على لأرض، وأن استراح جسم، ستتحدث كيميائية آليه أن استراح يسقط على  
لأرض هذا صحيح منطقاً، صحيح من الناحية لصوبه، ولكن ليس من لضرورة أن  
يكون صحيحاً من الناحية الواقعية التجريبية، فمثلاً بيوضه شمس إلى أن استراح يصعد إلى  
لسماء (بحار البحر يصعد إلى الطبقات الجوية بعيد ليكون السحاب) إلى ما يعنى به  
لقياس الأرسطي هو احرص على أن سم الاستراح من المقدمات إلى النتائج دون تكاث خطأ  
في التفكير، أما مطابقه المقدمات والنتائج في لواقع التجريبي فذلك لا يهم به، ولذلك  
كان الاستنتاج الأرسطي صورة مختصة

٣- وللمحرك في المنهاج التجريبي، محرك محورية أساساً، هي نقاب من ملاحظة العامة  
إلى ملاحظة عامة محيرة دفعه ذلك ما يغير ملاحظة العلم عن ملاحظة لفيديسوف والمعادن  
والأكاث، أوتك اندس تتعاملون مع الطسعه كما هي معطاة، أما العالم المحرك فهو يصنع  
العالم الذي يتعامل معه، يعرف الظواهر ويصنعها، لأن الطسعه لا توجد فيها حوادث  
معرولة

إلى عرب الظاهرة اندرومه هو أو عمل يقوم به محرك، وهذا لا يتأتى به، في عالم  
الأحياء، إلا في محرك هيك، داخل محوره وبوسطة الآله وادوانه، يمكن من استعمال  
القياس ووجد الحد الكمي في لظاهرة، واكتشاف العلاقات الثابتة لتكرار والوقوف على  
المتغيرات الوسيطة (الراميزات) هذا حصل على ديث كنه، ركب ديث الحدود والعلاقات  
في معادله باصبه، وصنع لعالمون اعلمي

٤- ومن هذا يتضح ما أن أهم ما يميز منهج التجريبي الحديث، وبأنه لغيره كنه،  
هو الاعتماد على أبعاد حد على لرياضيات بقصد بذلك صياغة علم التجربه صاعه باصبه،  
أو إرجاع حوادث لطبعه إلى سياة رياضية

ولا يعني الأمر هذا مجرد تطبيق حساب على حوادث الطسعه، فالقدماء كانوا يفعلون  
ذلك أحياناً، خاصة في ميدان الهندس، وإلى ينمو الأمر سبب تحويل المقدمات الخسبه،  
الغيبه المشخصه إلى كميات تجريبية، أي إلى رقم. تجريبه وندسي بقويص حوحرابي  
أهمها التفكير فيفيزيقي بقديم من برياضيات بوصفها مر عالم الدهن، وبين بوضع  
منحص، وجمعها موافقين منطقين أما كيف بطنس هذا مع ذلك كيف بسطرح

الرباصات، وهي من بشاء الدهن، أو بخر، عند تطبيقها عن معطيات الأنواع، عن حقيقة  
هذا الواقع، هناك مشكلة يستتبعها عواقبها في الجزء الأول من هذا الكتاب (الفصلان  
رابع والخامس)

بعد تحدث عن نجاح التجريبي من الخارج فيما خصائصه وشرحاً خطواته، مستعينين  
بأمنته من برامج العلم وعميداً أن نتفلس الآن إلى مستوى آخر من التحصيل أعمق قليلاً،  
مستوى فحص هيكل انداجي هذا المنهج



## الفصل الثاني

# المنهاج الفرضي الاستنتاجي في الفيزياء

(ديكارت، هويغنز، نيوتن)

عرضنا في الفصل السابق خطوات المنهاج التجريبي وخصائصه العامة كي نستخلصه من درسه عاينيو نظيره سقوط الأجسام وكذب عن ضروره انظر إلى بحث الخطوات وخصائص بوصفها كلاً لا نفس التجربة، مروراً من مدخل إلى مدخل من ناحية «ملاحظة» وما بعده «تجربة» وما يظن عليه من «فرضية» «ملاحظة» وتجربته بتدريج، غالباً في عيني واحد، وبرهاني بكونه معي، هي الفرضية في مرحلتها التحقيقية والمنهاج التجريبي كنه، هو عبارة عن مسلسل من الأفكار والأجزاء العملية التجريبية مهدف إلى الانتقال تجريبياً ومنطقياً، بالفرضية التحقيقية إلى لفرضية المؤكدة (أي القانون) إنه يبدأ بحملة من الفروض تنهي عن ملاحظته والتجربة، فحكاية اندمجه إلى حده من النتائج بعد عنها غير راض، في تعجب، عن شكل قبول حتمي فهو من هذه ناحية منهاج فرضي - استنتاجي Hypothetico-Deductive لا يختلف من الناحية الشكلية عن منهاج الرياضي (الأكسومي) ونعترف الأساسي بجهل هو بالبراهين في الاستدلال الرياضي يعني مجرد مستلزمات أو مصاديق، يؤخذ بالنتائج يستخلص منها على أنها دلائل صادقة ما لم يكن ذلك خطأ أو ثغرة في عمقه الاستدلالي ما في يعرفه من النتائج التي يستخلص من الفروض تبقى غير ذات قيمة ما لم تكن وسيطاً يؤكد وكذب بحث الفروض نفسها، ودلت بواسطة التجربة وعنه فإن منهاج تجريبي في أهم صورته، بل في صورته الحقيقية، هو عبارة عن خطوات فكرية وعمليه تبدأ من فروض ونسبي إلى حجاج ساذج يبي تستخلص منها، معطيات تجريبية فبعد التأكد من صحتها (أي صحة بحث الفروض) وسحاو في تصحيحات ساليه سع ساء تطور هذا منهاج في الفيزياء رياض خصائصه العامة

## أولاً المنهاج الديكارتي بين الفلسفة والعلم

من المعروف أن ديكارت (1596 - 1650) شيد نظاماً فلسفياً منسجماً، يبنى في أساسه المنهجية من كوكبيو أن شئت، وأعرف أن شئت، ويسمي بأن

فكر، وقد أتت موجود هذه حقيقة بديهية، كما يقول ديكارت: «وإنما أنا متأكد من أني أعرف أنني أعرف»<sup>١</sup> وقد ديكارت نفسه مجرد بمحضر فكره و«عنوانه» فيها على فكره كائن كامل، مطلق الكمال (الله) بحث عن مصدر هذه الفكرة، فمن لا يمكن أن يكون الله مبدعاً للكائن ناقص، إذ لا يمكن أن يكون ناقصاً مصدر الكمال، فلا بد أن يكون هذا الكائن الكامل هو سدي ودعاه في، ولا بد أن يكون هو نفسه موجود، لأن كماله يقتضي وجوده، كما يقتضي أنه غير خدع هذه هي الخطوة الأولى في عملية الخروج من الكونجيو أما الخطوة الثانية فهي كل ما يلي بما أن هذا الكائن الكامل لا يمكن أن يحدسي لأنه كامل، والكمال يساق مع الخدع، وبما أن لدي مثلاً هو ب. اعتبار هذا «العالم» الخلاق عن نفسي موجوداً، فهي أضمن بوجوده يقيناً، والله صامن هذا بعض

وإذن، فيمكنني أن أني على ومعرفة هذا لعدم، سريته ب. نطق في عملية لسه هذه من الأفكار الواضحة، ثم أستخرج من هذا العدم وهذه المعرفة الطبقات التسمية التي يمكنني من السيطرة على لسطحه هكذا تصح الفلسفة عند ديكارت كشجرة، جذورها المباشرة، وحدها لتغييرها، وأعضائها لتفرعها عنها هي مختلف لعلوم التطبيقية التي ترجع إلى ثلاثة أسس الطب، والميكانيك، والأخلاق المباشرة هي أساس لتغييرها، ومن لتغييرها مستخرج الطبقات التسمية

هذا لنظم المنطقي الذي يحدث عنه ديكارت في كتبه بنفسه غير نظام لتاريخي لدي سار عليه فكره. فقد بدأ ديكارت بعدم وكرهني قبل أن يسهي به الأمر إلى لفلسفه بدأ حياته كعالم ومحرب، فبحث في السرعة والتسارع، وصنع قانون القصور الذي و أعطاه، وأهم المصنوع بصف قانون بكتسه. وأسس الهندسة التحسسية، وسجل خروفي في التاريخ للأعداد، واستخدم بخروفي لأشكال الهندسية، وأهم بالعلاقات سريته نعمه

نح ديكارت على أهميته المباح الرياضي وضروره صطناعه، لأنه وحده طريق البنى وديكارت فهو عبد، يدعو إلى عدم الترددات، لا بقصد من ذلك كتساب معرفة بالأعداد ولأشكال وخواصها كما كان أمثال من قبل، بل من أجل توحيد أذهن على استعمال مباح أو طريق لدي يوصل إلى البنى. إن أهم في نظره من منطق الترددات على الطبيعة، وإن كان قد فعل هو نفسه ذلك في مرحلته التمهيدية، بل اللهم بالله إنه الآن كصوف هم المخصوص مباح على طريقه تجسد بوفوع في خطأ وتهدية إلى مستقيم التفكير وبممكن الناس جميعاً يحصل هم ذلك «لأن العقل يستقيم هو أعيد لأشياء قسمه بين ساسه وإس، فوحدة المباح لديه راحة إلى وحدة الفكره، لا وحدة العالم فالعدم كثير ومنعزل، أم لعقل فواحد وفي وحدة العقل نجد وحدة العالم شرطها الكافي

١ لا يحتاج إلى لاساءة أو تم جمع حول ديكارت فهي كثيرة معروفة، ولكنه معروفة منه كمدك  
٢ من جملة مختصره مثلاً في كتابه «مبادئ» ديكارت يستعمل بوجهه لتعريفه وتعارفه د.

ما الذي جعل المنهج الرياضي مثلاً على منهجيته وطريقاً أكيداً سريعاً للمضي به  
 لنظام والقياس النظام الذي يتكرر من استنتاج المجزئ من مجموع، ولقياس يدي غير  
 من كحوس لأشياء إلى مفاهيم كمية بواسطة وحدة بخلاف كأساس للقياس لنظام مجزئ  
 يصنع كل حد في مكانه في بعده لرياضية تؤدي لذلك إلى اكتشاف عن فهم محدود  
 مجزئ، وذلك بعد أن يكون قد حوّل بكميات إلى كميات بواسطة لقياس

ولكن كيف لنسبل إلى تقريره عن طريق حتى نتعود العمل بنظام وتزيت؟

ليس من سبل إلى ذلك إلا بمحض العمل به، في حاله الخاصه وكشف فوه  
 لأساسه وقد نحن فهمه الفحص تنبأ أن قوى العقل ترجع في ماله لتجديد إلى  
 قوتين الحدس والاستنتاج بالحدس، وهو رؤيه عفيه مباشرة، مكتشف بطائع البسطه،  
 أي الأفكار وما يرى أي لا يتكرر ارجاعها إلى أسط صلب، مثل لامتداد وامتداد، ومثل  
 «عقائ السديه كـ «مكرر يد م موجوده، ومثل لعلاقه التي تقوم بين حقيقه ما وحقيقه  
 مربوطه بـ، مثل 3 + 4 وإدب، فالساطه التي يعيها ديكارت ه ليست ساطة  
 المفاهيم أو الأشياء، بل ساطة الفعل العقلي فالعمل بعقلي البسط في بصره - محض يدرك  
 لله كطسعه بسطه مثم يدرك انه زره ونعند لشكل ووجودي أنا، ومن ثمة فالقصود  
 بالنظام عد ديكارت هو نظام العقل لا نظام الأشياء ولذلك كان الاستنتاج هو الحصول على  
 حقائق حديه من حقائق علم معرفتها بواسطة حدس ومن ه يكرر الفرق بين الاستنتاج  
 لأرسقي والاستنتاج لديكاري هو أن الأول عبارة عن بصره بين مفاهيم (مفهوم لأساس  
 سفره، «مفهوم سوب» في حين أن الثاني هو راسطه بين حقائق (من حقيقه «أفكر وأنا  
 موجود» سب حقيقه وجود الله كصام بغير، ثم حقيقه وجود لعدم لطعي (الحج)  
 الاستنتاج لديكاري هو حركه فكرية متواصه تقوم بها فكر يرى لأشياء لواءه تلو الآخر،  
 بوصف كامل به استنتاج يقوم على قصدا يقسه، رصفاً أحج بـ لدهاه بعقله، أي  
 ي حدس، في حين بصر القياس الأسطي الفصائل لأحباله ويعتمد في يقبه عن  
 «الاستقراء» سام وهو منه

منهج ديكارت، يدب، منهج فرضي - استنتاجي فهو يسطق من ه حقائق التي تدل  
 عليها انه ه بعقله (أي من الفروض)، ومنها سسح نتائج، ومن هذه النتائج سسح  
 نتائج حديه، حتى يصل إلى نتائج بصر العالم الطبيعي ولتأكد من صحة هذه النتائج  
 لأخيره بحثاً إلى التجربة وديكارت يدع على ضروره عتقاد بخره، جس عند نهاية  
 بحثه حسب، بل عند نهاية أيضاً

ولكن ما حد مفكره أوضح عن هذا منهج الفرضي - الاستنتاجي التجريبي لديكاري  
 يدرك ديكارت هه يحدثا هه يقول بعد عمب أولاً على حصول عن مبادئ لأوى التي

= معرف، أد ب [1] و [2] Fordin, nd A. qui, Descartes: L'Homme et la machine, Coll. L'Essai de la K1, res 45 Paris: Hachette, 1960

هي علة كل ما يوجد، وما يمكن أن يوجد، دون اعتبار في ما آخر غير الله تعالى الكون،  
والدور التي رزغها من (يقصد الأفكار لفظية) ثم بحث بعد ذلك عن الموجودات بعامة  
التي نسبتها إلى هذه الأسباب الأولى، فوجدت سموات وأرض وسبحار وغير  
ذلك من الأشياء التي يعرفها جميع وعلمها أدت بربوب إلى ما هو خفي ومختلف، إلى ما  
هو خاص، وحيث بقيت أمام كثرة واختلاف، فذهب إلى ما آمنه كيف عاينها بوصفها  
سائح لأسباب الأولى، فعدت يدها إلى الأشياء التي لا يقدمها في حواسي (كلامه مدد  
وخرجه) فوجدت أنه لا يوجد في حورث خفية ما لا يمكن رجاءه في تلك مبادئ  
والقوانين (ومررت لمرعة ميكانيكية المتكررة) لكن يصعبه هنا قديمة في بعض  
مبادئ، في ترجع إليها هذه مظهره وبحث ووسيلته الوحيدة للتأكد من ذلك هو  
لرجوع عددا إلى لبحرته، فهي وحدها التي تفصل بين إذا كانت هذه مظهره يعود إلى هذا  
مبدأ أو بها ترجع إلى مبدأ آخر

وصح من هذا أن نقطة الانطلاق عند ذلك هي لأسباب الأولى لا ينظر من  
فيكرت لا يقصر على دراسة انطوهر كي فعل عانسو، بل به لام هذا الآخر يكونه عمل  
«الأسباب الأولى»، وهم آخرات وحدها من يتجوه إلى لبحرته، فسر من أجل  
الاكتشاف، بل من أجل لبحرته في فعله فإذا انطلق ما في الفعل مع ما في الحرمة  
كان ذلك دلتا على صحة الاستنتاج وهكذا فالسبح ممر من عليها بالقدسات، وهي  
أسبابها، والمقدمات ممر من عليها بالنتائج. نتائجها هي واجب أن لا يرى في هذا دورا كما  
يقول المنطقة، لأن التجارب تؤكد صحة نتائج، وصحة النتائج تؤكد صحة المقدمات

يقول ميكازب في مروضي لتي وضعها كمقدمات ليس من يمكن لمرهه عليه  
فمن، وإلا نطلب ذلك بعد ذلك فربما، كنهامره واحده ولكن نتائج لي مسجده من  
بمن مروضي، والتي لا يمكن سحلاتها من فرض حر، ممر، معدة، على بحث  
المقدمات، وأرجو أن نأكد لجميع يوم من صحة مقدمات، مني بواقفون اليوم طالس على  
رأيه المائل إلى القمر يسند صوته من شمس، فمرصه طالس هذه عبر ممر من بينها  
فمن، بل ممر بها ضوء القمر يسير فيه جميع هذا كجب بالسطر من المقدمات التي  
وصفها، لأن نتائج يؤكد بواسطه لبحرته

وصف قائلا: أما في بعض ممر من مبادئ والأسباب التي وضعها كمقدمات فيكمي  
- يكون نتائج لي ترمع على شبيهه في الحديث في الطبيعة وليس من لضروري التأكيد  
إذا كانت صمد فعلا عن هذه الأسباب نفسها أو عن مسد حر حقي على أنه حكي  
الخصوب على ممر معوي بأن سب، هذا المدة هي كمن وأدلت عديم يكون من يمكن  
مقارنه لفرضيات التي ممر مظهر بمرصه لمحتفه لي بعض ممرور لبحرته فكيف أن  
صحة هذه المقدم تنوقف على مني سحامي مع تركيب معادته برباطيه، وكذلك الفروض  
بعضه ممر صحة عديم يكون مسجده مع معادته نظيمه وهذا يعبر في ثبات قوي من  
بعض الأول والثاني يحصل عليه عديم سبب أنه لا يمكن حكم على شيء ما إلا كما  
حكم به عنه، ويتعلق الأمر بها على ممر من عنه

هـ- إننا، فإن العرض يبدو بمرجه تفسير طهره ما، يكون مقبولا ومبررا في نظر  
ديكارب - في إحدى حالات ثلاث

أ- عندما يكون الناتج الذي يستحصه منه بالاستساح مشابهة بنتطرها، حتى  
وإن كان هناك حينئذ عنصر آخر حقه له حسب حصفي في حدوث تطهره

ب- عندما يكون الناتج الذي يستحصه منه بالاستساح مسبقا مع ما يحدث في  
هبطه، بساقي التبعي في بعض المحصول في معادله لربطه مع باقي عناصره

ج- عندما يتبين بأنه لا يمكن تغير تطهره بغير ما يرتبط به، وفي هذه الحالة  
يكون ما يقرن في مستوى بعض التبعي

هكذا نجد أنفسنا أمام ثلاث درجات من اليقين العلمي: اليقين الناتج عن كون  
العرض يفسر تطاهرة بشكل مقبول ومرص، واليقين الناتج من عدم تناقض العرض الذي  
أقرجه مع القوانين الأخرى، وأخيرا اليقين الناتج من كون العرض نفسه يصح قانونا لا  
يمكن استبداله بغيره. وإذا ترجمنا هذا إلى لغة الاستساح فمرجه معاصرة أمكننا أن  
«يقين الأول» و«اليقين الثاني» هما في الحقيقة بشرطان ضروريان للدين يجب أن تتوفر في  
لغرضه العنصر، وهما: التوافق، وعدم التناقض، التوافق مع معطيات الواقع التجريبي،  
وعدم تناقض مع ما سبق اكتشافه من قوانين، أما اليقين الثالث فهو لقانون بمعنى الكلمة

\*\*\*

لقد كانت، بالحصر شديد، الظروف العامة للمباح تعرضي الاستساحي عند  
ديكارب وهو كم رأي مباح محبط فيه الفسفة بالعلم وحدث لعلمي فيه حكم الخات  
يعني، متى جعل ديكارب فيريده حادته مسافريته ذلك أن سده هي جعلها أساس  
حق هي سده عقله لا مداه حبه وناسد فإن الأساس والعلمي، سدي هي عليه  
مباحه مسافريته لا تجريبي وهو في هذا صريح كل الصرحه، فهو في رساله وجهها إلى  
لأب مرسين في ١٥ ٤ ١٦٣٠ ووس مقبول أن يذكر في درساته غير هذه مسائل  
ميسافريته، وخاصة هذه مسائله: إن الحقائق لرياضيه، بنت هي بعثروها أمدية قد أشتبه  
لله، وهي موقفه عليه بوجه كلي، مشبه مثل سائر مجموعات، وأما أشتد أن لا يردد في  
مقوله في كل مكان رب قد هو الذي أشتأ هذه قوانين في طبيعه، كما ينبغي، منذ يقو بن  
في ممكنه: أصف إلى ذلك أن فسرنا علم تكن رياضيه بالفهم سدي شرحه قبل، عند  
حديث عن غاليليو، فكل ما أعجبه في الرياضيات هو ووضوحها لعقلي، لا الصاعه الكمية  
هو ذلك الطبيعة، إن الرياضيات عنده ليست أداة لليقين بل نموذج لليقين ومن هذه لاحتية  
يمكن القول إن ديكارب كان محطاً كثيراً من عالىسو وروحه العنصر ومباحه التحريبي  
بعد كان أقرب إلى فلاطون في هذه لفظة منه إلى أي عالم آخر كغاليليو أو هوبس، ومع  
ذلك يجب أن لا يغفل من أهمه تأثير ديكارب في عصره ولعصور الاله إن ديكارب هو  
أبو الفلسفة الحديثة دون منازع ولقد كان تأثيره في الفكر الأوروبي في القرن السابع عشر  
ولكنه عشر أقوى من تأثير أي مفكر أو عالم آخر وإذا نحن نظرنا إلى تطور الفكر لأوروبي



من خلال التأثير الذي حققه هذا العمل، أكد ذلك، أمكن القول بأن دور هويجنز في تطوير بعض دعائم الفكر القديم وإرساء الفكر الأوروبي حديث على أسس حديثة عقلانية كان عظيم حقراً، وأشد تأثير من الدور الذي لعبه غاليليو، مع أنه قد رأى هذا الأخير كإنسان كونه جديراً وأسمى ربه.

## ثانياً هويجنز والتقيد الصارم بمعطيات التجربة

على الرغم من أن هويجنز (1629 - 1695) تأثر بالديكارتية إلا أنه حرص على إسهامه على نهج الذي خطه غاليليو، مصرفاً عن المسار الذي كان يمشي فيه في بعض الأحيان، أمام علماء مدرّس البحث العلمي وفي بعض الأحيان في إطاره. هذا كمال هويجنز نظرية السقوط (أو لنأخذ) التي قام بها غاليليو، مدرّس السقوط مركباً وتوصل إلى حساب القوى التي تحدث الاحتكاك مع الجسم، فتمكن ذلك من حساب أوقات سقوطه وسقوطه لسطح أفقي. ثم اكتشف هذا الزنبرك بوبي كما يمكنه من صنع ساعات جيبية وأقام اكتشافات علمية جديدة. وأكد من ذلك أن حركات السقوط ليست متساوية زماً في جميع أنحاء الكرة الأرضية فسمح من ذلك بتفطّح سطح الأرض. هذا علاوة على نظريته الموحية في طبيعة الضوء التي ستعبر من خلال تجارب مبهجة، بحسبه.

تختلف هويجنز عن ديكارت جلياً أساسياً في منهجه. فهو لا يكتفي بالبناء على مقدمات عقلية ضرورية بل كان يفعل صاحب «المقال في المنهج» بل على فروع علمية مستوحاة من الظواهر التي يدرسها ويجرب عليها، ثم يربط مسائله بصدق فيها معلومة نتائج التجربة، مستعملاً هكذا، ونوعاً، منهجاً الفرعي. لا يستحي في صورته لعلمه، لا في مستوى البحث عن القوانين وحسب، بل وفي مستوى البحث عن أسباب وصناعة نظريته كذلك.

يرى هويجنز، وهو يعتبر به عن التصور العلمي المعاصر بمنهج تجريبي لا استنتاجي، أن النهج في ميدان العلوم الطبيعية عبر التاريخ في مدار هندسه. ذلك لأن علماء الهندسة يطبقون في مساجدهم من مقدمات ومبادئ يعرفونها يقينية لا يمكن لأحد أن يخطئ في حين أن المقدمات أو المبادئ في العلوم الطبيعية هي مجرد فرضيات لا يمكن صدقها إلا عندما تكون النتائج التي يستخلص منها مع مقدمات التجربة ويرددها هذا الصديق هو حسب تلك الفرضية التي تأكدت بالتجربة من سبب ظهور حدها بريد في تركبها.

بعد أدرك هويجنز بوضوح أهمية الفرضية في البحث العلمي، فلم يتردد في طرح فرضيات كانت تبدو في وقته مخالفة لتصور العلمي السائد في عصره. ولكنه، في ذات الوقت، لم يكن يدعي لفرضياته البوضوح والنداهة، كما هو الشأن عند ديكارت، بل كان يعتبرها أفكاراً بوحية به ملائمة الظواهر المدروسة، تاركاً مسألة صحتها وعدم صحتها لتجريبه، ولتجريبه وحده.

تعدد هويعر برعه بوثوقية (أله.وعيانته) عند ديكارت فهو يرى أن لنظرية  
 ديكارته أي تصور ب. لصوء ينتقل في الآمنة د على شكل جانب نشكل منها الأشعة على  
 صورة أعينه صاعطة بربط العين بمصدر الصوء، ونفس انكساره يكون أسرع في الوسط  
 بكيف منه في الوسط خفف تشبه له بالكوه بي يكون رد فعلها أقوى عندما تصطدم  
 جسم صلب، منها عندما تصطدم بجسم حو. ب. هذه نظرية بقول هويعر - لا  
 مسه عى وقائع عدمه، بل فقط على الاعتد بأنه من يمكن تفسير الظواهر بطبيعته وبن  
 حقيقتها بمجرد التأمل لعقلي. به يعجب من أولئك الذين سرعوا في نفس صيغته الصوء،  
 مع أنه لم يكن بعد كيف أن الصوء ينتشر عى خطوط مستقيمة، ولما وكف أن الأشعة  
 لصوتية لي تصدر من جهات مختلفة لا يكون بعضها بعضاً، فلا تصادم، وعلى الأقل لا  
 تأثير في مساهم هذا التصادم

وعلى أساس من هذه الاستقادات بي وجهه هويعر نظرية ديكارت في نفس طبعه  
 لصوء، حاول بناء نظرية خاصة به استوحاه من ملاحظته لظواهر الصوتية فهو يسم بأن  
 لصوء هو، في حقيقته، عبارة عن حركة مائه ما فكى أن لما يديب بعض الأجسام ب  
 بركة أب هي نفسها عازة عن أجسام تتحرك حركة سريعة جد، شيء الذي يمكنه من  
 ذلك، فكذلك الأشعة للصوتية، هي عبارة عن مادة ما، لأن الأسمه التي نجمع في مرة  
 معمره تكتسب خاصية لاجزاء، أي أب تعمل على فصل الأجزاء المادية التي يكون منها  
 جسم محرق، ما يشت ماديتها ثم يلاحظ هويعر أن فعل الرؤى يقوم أساساً عى كون  
 حركة مادة ما تؤثر في عصاة العين، لشيء الذي يؤكد أن الصوء ناتج من تأثير مادة  
 موجودة بين العين والصورة والجسم الذي يصدر منه الصوء (لاحظ تأثيره هب ديكارت الذي  
 يرفض فكره خلاء) وي أن لصوء يعجب من جهات مختلفة، ويسرعه عظيمه، وب أن  
 الأشعة الصوتية لا يكون بعضها بعضاً في حركتها منه حتى وب صدور من جهات متعامدة،  
 فإنه من بوض ب. بصوء لا يمكن أن يكون. وإحالة هذه حارة عن نفس مادة ما من  
 جسم ب. نحن استقلالاً بشه حركة الكره و حركة السهم الذي يحرق القصة ب. مثل هذه  
 التصو بصبغه الصوء ب.فصل الخاصيتين الساهل والخصوص الثانية منها<sup>٢١</sup>

من أجل ذلك كنه يرى هويعر أنه من الضرورى بحث عن تفسير آخر لا يافض  
 مع هذه لظواهر ويقول في هذا لصد ب. في طريقه بشار انصوب في الهواء (وهو بشر  
 عى شكل موجات)، ما يوحى ب. بالتفسير بظوب، وإذن، فبعض الأكثر احتمالاً في نظر  
 هويعر هو انقول بصبغه بوجبة للصوء

وهكذا، يرى أنه ساعد ديكارت انتقاداً علمياً، أي انتقاداً مستنداً على تحليل الظاهرة  
 وبر. ب. هو ب. لتي لا تتوافق فيها النظرية الديكارته مع معطيات التجربة وعلى الرغم من

(٢١) انظر ب. في موصوخ اورد ب.لاسي في

Robert Blanché, *La Méthode expérimentale de la philosophie de la physique* collection ٤٠ 46  
 Paris: Armand Colin, 1969)

أنه كان لديه من بؤبؤات ما يكفي سرير نظريته لقائه بأن الضوء عبارة عن موجات، إلا أنه  
كفى بؤبؤا الشدة التقوي بين حركة الضوء وحركة الصوت وتكون الماء، معبره بالصوت  
لي تعرض هذه النظرية الجديدة، والتي لم يكن من الممكن التغلب عليها في عصره وقد  
نسب الأبحاث التي أجرت من بعده بؤبؤا صحة نظريته، كما سرى في بعد

هذا وقد كتب هذه المفاصلة التي أنبأ بها حول طبيعة الضوء، يكشف لنا عن حقيقة  
المباح للقرص - الأساسي - الاطلاق من فروض توحى بها معضات التجربة سنة نظرية  
بواسطة الأسس، نظرية لا يمكن الأخذ بها كطريقه صحيحة إلا إذا اكتسب التجربة، فبها،  
أي هذه سافسته، يكشف لنا عن بعض خصائص النظرية فيزيائية ذات

إن النظرية الحديثة تقوم غالباً بعدم تظاهر في نظرية نقدية ثعراو يكذب بعض  
حويها أو طموه من مجرد النظرية عن استيعاب نظرية ديكرات لي يفسر طبيعته للضوء  
نفسه، دون وعبر لشعاع لاصوني عبارة عن عمود يدرس الضغط على بعض حصر  
لرؤية، جزء من فلسفة الديكرات القائمة على تصور تكون على أنه امتداد في نطاق  
هذه النظرية - يؤسس على ضوء مبادئ فيزيائية - يمكن تفسير بعض الظواهر بصورية من  
الانعكاس والانعكاس ونصوص في فو من صحيحة وهو من يكسر الضوء التي صاعها  
ديكرات، على الرغم من فساد المقدمات التي تأسس عليها نظرية ذلك وإذن فإن صحة  
السائق لا تقوم دليلاً على صحة المقدمات

وعندما ظهرت معضات جديدة، لا تصل لتفسير في طر نظرية ديكراتية نزع عن  
هذه ب ظاهرة واحدة معاكسة يمكن أن تهدم النظرية بأنها ولكن الفكر الديكراتي السراج  
في سعمم لا يعبر كثير اعتبار في الحوادث الباردة، فديكرات يصرح أنه رد انطوهر النعامة  
في سادى الأوية، يكون النظرية صحيحة، حتى ولو ثبت هناك حوادث حربية لا  
تسوعها النظرية وهذا موقف عبر علمي

عبر أن النظرية الحديثة التي توحى بها الحوادث الباردة لا تصل كطريقه صحيحة إلا  
إذا نجحت في تفسير الظواهر التي تحت النظرية القديمة في تفسيرها وحتى لو استطاعت  
ذلك فإنه قد يحدث أن تظهر الحوادث الباردة أخرى تجعل عن تفسيرها شيء من  
تسوجب قيام نظرية جديدة وهكذا وإذن، فالنظرية العلمية هي، تطبقها نظرية  
مؤقتة، ومن هنا قامت، وعموم، صيحات نظم في معرفة العلمنة ذاتها، وفي شروعه  
عبر لفصان العلمنة جهاتو عنه، كما لعبت بعض لبرعات المثالة والانعكاسات موضوعة  
ولكن بعناء الوثائق بالعلم، الوعين بطبيعة المعرفة بعنينة، كمعرفة تنظور وسمو  
تسمو، برتوب على هذه الدعوى قائدين وإذن لا يعرف شيئاً عن تكون إلا من خلال  
تكوين، وإذن فلا شيء مما يعرفه يمكن أن يكذب انطوهر

هذه ملاحظات لأوجه التي سحسها هب، ستعتو وتتوسع في فقره سانية التي  
ستحدث فيها عن فبراء بؤبؤا مباحة القرص - الأسس

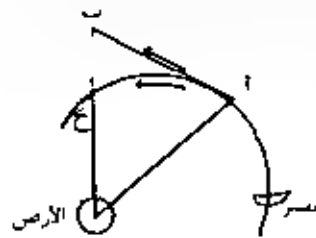
### ثالثاً نيوتن وعلم القرن الثامن عشر

قد كان سجنو نيوتن Isaac Newton (١٦٤٣ - ١٧٢٧) أعظم شخصيه علميه عرفها القرن الثامن عشر، من أكر شخصيه عرفها العلم بكلاسيكي كنه لقد أرسى دعائم العلم الحديث موضوعاً ومبدأً، وفتح أمامه آفاقاً واسعة بفضل كشافه العميق لمختلفه متعدده بحسب الضوء الأبيض، كتشاف قوة الجذب، بتفسير كثير من لظواهر بصريه، صياغة نظريه حسمه في ضوء صياغه علميه، من جانب مساهماته في ميدان الرنصبي (كششاف حساب التفاضل والتكامل) وإلى جانب ذلك كله استطاع نيوتن أن يحقق للمرياه الكلاسيكيه وحدتها في إطار تصور عام للكون مسجّم ومكامل بما جعل الكشاف العلميه اللاحقه، وإلى أواخر القرن التاسع عشر، بقي، في معظمها، في دائرة العلم النيوني الذي قامت عليه الحضاره العربيه الحديثه ويمكن لقوم بصغة عامة إن الفكر العلمي بمختلف جوانبه وما عه وكند بفكر علمي - فديهي، طول لقرون الماضيين، يتحرك دحل المبادئ التي شيده نيوتن، وذلك إلى درجة أن الأفكار والنظريات العلميه التي ظهرت خلال هذه المدوره، لم تكن تقبل، وعلى الأقل لم يكن ينظر إليها بعين الارتياح والرضى، بل إذا كتب مدرجه في النظام لعدم اندي أهميه صاحب نظريه خاديه

مثل هذه الشخصيه العظيمة لا بد أن يستثير فضول الخبان، ولا بد أن تـج حول بعض الحكايات والأبصار، منها الحكايه الثانيه

في سنة ١٦٦٦، جلس نيوتن، وبعمره آنذاك ٢٤ عاماً، تحت شجرة تفاح، وكان يرفق ماء، ويبي هو في شبه عمود سقطت فاحه من لشجره، فوقع نيوتن بصره إلى أعلى مدهشاً، فرأى القمر يرسل أشعه من فوق أشجره، فتساءل لماذا لا يسقط القمر مثلاً يسقط «تفاحاً» من هنا كان منطلعه لنظريته في الجاذبيه وسواء كانت هذه الحكايه صحيحه أو كانت من نسج الخيال، فقد نكب نيوتن مد من مكره على دراسة حركات الأجرام السماويه مستفيداً من الأبحاث التي قام بها كبلر وغاليليو

ماذا لا يسقط القمر مثلاً سقط التفاح؟ لقد أوحى هذا التساؤل الفصوي لنيوتن - كم نيون حكايه - تعرضيه عنمية حول فيها تلك الحادثة المألوفه من المحدث الطيعي الختام، إلى ميدان انرياضي المحدود ومردى هذه تعرضيه كني يبي إذا كان القمر لا يسقط، فذلك لأنه سعد عن لأرض في اتجاه جهاس أب (نظر لشكل) وذلك بناء على مبدأ القائل يبقى



خسب متحرك على حركته المستقيمه ما لم يعرضه عائل، ولكن بما أن لأرض بحدب انقمر إليها فإنه يحه خلال حركته في اتجاه نفوس أح، الشيء الذي نجعله يسير في اتجاه لأرض بمقدار س ج

هكذا اكتشف نيوتن حقيقة التالية، وهي أن ظاهرة سقوط الأجسام مظهر من مظاهر الجاذبية نعم، بعد كتاب فكره الجاذبية معروفة من قبل وقد توصل أحد العلماء قبل نيوتن واسمه هوك Hooke إلى القول إن قوة الجذب تتناقص بشكل يتناسب مع مربع مسافته ومن المحتمل أن يكون نيوتن قد سمع بهذه الفكرة أو توصل إليها بنفسه، ولكن المهم ليس الفكرة في حد ذاتها، بل المهم ادخالها في نسق، أو جعلها أساساً لنسق جديد.

حاول نيوتن أن يصوغ هذه لفكره على شكل قانون رياضي، ولكن محاربته هذه تعثرت أول الأمر لأنه وجد أن طور شعاع الأضواء في معادلته أكبر مما كان معروف ومبدأ أولاً أضاف إلى ذلك الصعوبة التالية، وهي أنه إذا كان لسقوط - سقوط التفاحة - بحجم عن قوة الجذب التي للأرض، فليس واضحاً أن لأرض لتي تجذب لأشياء إليها في مختلف مساطها، نفس ذلك وكأن كتلتها مركزة كلها حول مركزها. قضى نيوتن عدة سنوات في دراسة هذه معضله محاولاً صياغة الفكرة السابقة صياغة رياضية. وبأن رياضي عصره لم يكن يساعده على اتخاذ الحل، إلا أنه ذهب من حساب التفاضل والتكامل، فقد توصل نيوتن إلى حل لمشكلة بطرق حسابية أشبه ما تكون بتلك التي استخدمها في هذا الفرع العديد من الرياضيات، وكان ذلك سنة ١٦٨٣

وفي نفس السنة عكف نيوتن - وكان قد ترجم مؤلفات ديكارت بعنبيه وطبع عن مؤلفات هويجر وكشوف كبلر وغاليليو وغيرهم - على تأليف كتابه الجاذبية المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية، وهو الكتاب الذي ألفه في مدة عامين (١٦٨٤ - ١٦٨٥) في جو من الانفعال والانشغال الفكري والاجتهاد للتواصل، مع نوع من الاشراف لصوفي، كما يقول هو نفسه

يتألف الكتاب المذكور من ثلاثة أجزاء، عرض في الجزء الأول والثاني علم ميكانيك على شكل نظام فرضي يستلزم جمع فيه أبحاث علماء الذين سبقوه وأبحاثه الشخصية وقد صاغ مجموع نتائج هذه الأبحاث صياغة أكسيومية مركزة عن ثلاثة مبادئ أساسية، وجاء كتابه أشبه بكتاب الأصول لأفوليسس وهكذا أسس نيوتن الميكانيك العقلية، أي الميكانيك التي بنى على المنهج الفرضي الاستنتاجي

أما المبادئ الثلاثة التي بنى عليها نيوتن ميكانيكه هذه، فهي

١ - يبقى الجسم ساكناً، أو يستمر في حركته على خط مستقيم وبسرعة ثابتة، ما لم يكن خاضعاً لتأثير قوة خارجية

٢ - إذا تغيرت حركة جسم ما، فإن هذا التغير يكون متناسباً متناسباً طردياً مع القوة الخارجية، وتناسباً عكسياً مع كتلة الجسم، وبمعنى هذا الأخير في اتجاه تلك القوة

٣ - كل فعل يقابله رد فعل مساو له ومضاد في عكس اتجاه الفعل

لنبدأ بالأول هو قانون لفظي، أما الثاني فهو قانون أساسي في ديناميك وتغير عنه سالفاته تنال في  $\Delta = \text{ع}$ ، حيث تدل  $\Delta$  على القوة و  $\text{ع}$  على لكتته و  $\text{ع}$  على

النسارع، وفي ضوء هذه العوالم الثلاثة، و ساداً إلى النقواس التي قال بها كبر صاع بيوتن  
قانون التجديبه لكوبيه كم يبل

الحسمان يتجدبان، أحدهما إلى الآخر، انحداناً متسلسلاً طردياً مع كتنتيهما، وعكس مع  
مربع المسافة الفاصلة بين مركز جذب أحدهما ومركز جذب الآخر

ذلك هو قانون جذب لعام لدي مكر من جن كثير من المشاكل لعنمية ونسبر كثير  
من الظواهر الطبيعية مثل المد والجزر، وحركة لأحرام لسموية في مدارها، وحركة المدناب  
إلى غير ذلك من لطواهر، هي ممكن بيوتن من تخصيص لجره الثالث من كتبه تعرض نظريه  
في نظام لكوبه، وهو نظام طبق فيه للقواسم التي يوصل إليها في الخبرين لأوس والشبي،  
على مجموعه مشاكل التي كانت تباقتها فلسفة الطبيعة، وصعد حداً هائلاً للمعسرات  
بغيرهيه ولاهز صفت التي لا تقوم على ماس من النجره، تحتهداً في ارجاع عصف  
ظواهر لطسعه إلى مدأين اثري: المادة والحركة، فكتسب بذلك السرعة الميكانيكية مبطله  
عمه في مختلف الحالات

نقد ذهب بيوتن إلى أبعد مما فعل هويجر في تأكيد على ضروره انتهاء الفروض  
الاعتمه من لجره وحدها فهو لم يكن يكتفي، كما كان يفعل ديكارت، بنساق لنظرية  
مع الظواهر بشكل عام بل كان يطلب من نظريه ان تساعد على حاب القيم العديديه  
لظواهر الطبيعية بشكل دقيق ثم يلجأ إلى النجره لتتأكد هي إذا كانت لطسعه تقدم لنا ذلك  
لظواهر نفس لدقة كان يريد من النظره او لعرصيه - أن تكون شاملة ودقيقة ومعبرة  
أفوى تعبر عن وقائع التجربه ولم يكن يردد في تعليق العرصيه إذا ظهر أنها لا تتوافق مع  
معطيات التجربه توافقاً تاماً وكما ذكرنا قبل فقد توقف في موضوع تفسير الاحداث بقدر  
بحو الأرض عدة مسين عندما تبين له أن حساباته لم تكن تتوافق مائه في مائه مع ما كان  
معروفاً حول قياس شعاع الأرض الشيء الذي لم يكن يفعه ديكارت أو أي غير احر  
سجود عليه التعميم ويقتل من شأن الفروق الباطنه

إن نمرق به وسن ديكارت، في مجال استعمال منهاج لعرصي لاستنتاجي يمكن  
تلخيصه كم يلي: كان ديكارت بشرط - كما رأينا قبل - أن يكون «المبادئ» و صفة وصورة  
عقب، وأن تكون الأشياء الأخرى مسسحه منها، بحيث يمكن معرفة الأولى (مبادئ) بدون  
الثاني (الناتج)، ولكن دون أن يكون في الإمكان معرفة الثاني بدون الأولى أم بيوتن فهو  
يدع على ضرورة عدم افتراض أي شيء قبل البدء عليه والتأكد منه بالتجربه فهو لم يكن  
يقص بالعرصيه إلا بعد أن تصح حقيقة علميه كان يقول «أنا لا أفترض، بل أبرهن»  
وعلى هذا الأساس كان يغير بين لاستعراء بوصفه أنه لتعميم ولاسلاح بوصفه الوسيله  
لي تمكن من اقرار الناتج لصحيحة، بل إنه ذهب إلى أبعد من هذا، وقال، على عكس  
لعرف السائد «إنني أمنتج الأسباب من النتائج»

وكي وضع ديكارت قواعد أربع لمده به بعض، وهي قواعد معروفه مسيه على فكرة

التي هي والحدس، وصح ميوتس أريج قواعد يجب اتباعها في البحث في فلسفه، وهو بمقد  
الفلسفه الطبيعيه أي الفيزياء) وهذه القواعد هي

١ - يجب أن لا نعمل من الأسباب إلا تلك التي تدور ضرورة بتفسير الطبيعة فالطبيعة  
لا نتصرف عيناً وسيكو، مما لا فائدة فيه، لأحد بعدد كبير من الأسباب عند تفسير ما يمكن  
تفسيره بأقل عدد منها»

٢ - إن استنتاج لي هي من نفس النوع يجب أن يعرّف دوماً وكما كان ذلك ممكناً، نفس  
الشيء، وهكذا فتمس لسان ونفس حرس، وسقوط الحجر في أوروب وسقوطه في  
أمريكا، وصوت النار على الأرض والضوء سعث من الشمس، وانعكاس الضوء على  
الأرض وانعكاسه على الكواكب، كل ذلك يجب أن يعرّف، استماع، إلى نفس لأسباب»

٣ - إن الكيفيات التي تنصف بها لأشياء، وهي لا تصل الرتبة ولا للعصا، والتي  
ملاحظتها في جميع لأقسام التي يمكنها التحريف عليها، يجب أن تظهر إليها بوصفها كيفيات  
تعم جميع الأقسام على حده إن خصائص الأقسام وكيفياتها لا تعرف إلا بالحره،  
ويجب أن تظهر إلى لكيفيات التي توجد في جميع الأقسام والتي لا تصل العضا، ككفيا  
عفة، لأنه من المستحيل معرفة الأقسام عن الخصائص التي لا يمكن الانعكاس منها يجب أن  
لا تعارض التجارب بالأحلام، وأن لا نحس عن غيائله والعصا في الطبيعة، فهي بسيطة  
ومعائنه نفسها دوماً»

٤ - في الفلسفه التجريبية، أي الفيزياء، يجب النظر إلى القضايا المستحصه من  
الظواهر، على الرغم من التعرّيات المصده، كعصا صحيحة تماماً، أو قرينه من العصا،  
إلى أن يؤكد بعض الظواهر لأخرى تأكداً تاماً، أو يكشف عن كونها موضوع  
استدلال»

إن الحاج سوس على عدم المصارفة بأية فرضية إلا إذا أبدعها التحرية سلماً، جعله  
أقرب ما يكون إلى الوصفين الذين كثيراً ما صرحوا بانتهاكه إليهم، بل إن أوغست كوت  
كان سخذ من قانون الحاديه لذي قال به سوس، نموذجاً ما يجب أن يكون عليه التفكير  
موصفي، هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن إيمانه الأكيد بأن قوانينه تتخلص من  
الظواهر، ومن وحدته، قد جعله يثق فيها ثقة مطلقة ويعرضها كموسيقى تعرض نفسها عن  
العقل، وتلك برعه وثيقة (دوعمانية) معاليه محالمة للروح بسببه

مع ذلك، بل يريد سوس من ذلك، تعرضت كثير من المبادئ والأفكار التي هي عندها  
فلسفه الطبيعيه لأعراض كثيرة، مما أثار مشاهير واسعة عريضه به ربي أنصاره من  
جهة، وبين خصومه ومحالفيه في الرأي من جهة ثانية، ومن أكثر المبادئ «سبوتيه لي دار  
حرها عاش كبير وحدته، فكره الخدب دنها، وفكرة الرمان المطلق والمكان المطلق

بعد عارض استدكار سوس نظرية الحاديه، لأن فكرة الخدب، أي التأثير عن بعد،  
وسوس وسلطه، فكره غير وصيه مدتها، فهي لا تنصف بمعقوله - في تعريفهم - وبذلك

يفسوا نجاحها معتمداً للاسناد لـ أب نيوتن وأنصاره فقد كانوا يقررون، سواء كان هذا الفكرة واضحة بداتها أم لا، سواء كان مدعيه أم لم تكن، فإن مبدأ الحادية يفر من نفسه علم، لأن حقيقة وصدقه تؤكدهما التجربة والواقع أن الدنكرتين لم يكونوا يرفضون فكرة الخلد، أي التأثير عن بعد، التي كانوا يشهون بالأفكار السحرية، نكونها لم تكن فكرة واضحة كما كانوا يقولون، بل لأف فكرة مب على القول بوجود الفرع وساتلي فهي لا تسمح مع ميكانيكا الديكارية المبنية على فكرة الامتداد

وعلى الرغم من أن نيوتن يتمسك بفكرة الخلد كمعطى تجريبي، فإنه لم يتردد في اقحام المفاهيم في تفسير طبيعه الحادية نفسها، وهذا يبدو الوجه الآخر من شخصه نيوتن كان من بين المسائل التي دار العاش حولها يومئذ حسب نظريه الحادية، مسألة ما إذا كان الخلد حاصيه لديه مثل الامتداد والحركة والصلابة أم أنها شيء خارج عن صفات الأساسية هذه. ونراي الذي أطل به نيوتن، مساق مع هذا الطرح الميافيري للسانه، هو أن الخلد له صبغه ذاته ولا ضروريه للانه فهو يرى أن الله عندما خلق المادة، جعلها مع صلابه الأساسية (الامتداد والحركة) الشيء الذي نتج عنه علم يسير سير ميكانيكي بالشكل الذي قال به ديكرت لكن - يقول نيوتن - لكي يكون العالم كما هو عليه فعلاً، أضاف لله إلى هذه الطبيعه الميكانيكيه بعلم، خاصه جديدة، عوجهت بحدب الأشياء إلى بعضها وهكذا يكون العالم خاصصاً لقوتين قوة القصور الذاتي التي هي ملازمه للماهه وكامنه فيها، وقوة الخلد وهي خارجة عنها. يقول نيوتن «إن القول بأن الحادية خاصه ملازمه للماده ضروريه هـ، بحيث يمكن لجسم ما أن يؤثر في جسم آخر عن بعد، وفي الفراغ، وبدون توسط جسم ثالث ينقل لتأثير به، قول بطوري في نظري على صحافه هي من لوصوح بحث لا يمكن أن يقع فيه من كانت له القدرة على البحث لعلمي (أي البحث في فلسفه الطبعه = الفيزياء) إن الحادية يجب أن يكون سهف فاعل يدرس فعنه ذلك حسب بعض المفاهيم وأن أترك للقراء أن يقرروا فيها إذ كان هذا تكثراً مدياً أو غير مادي»<sup>٢</sup>

وعلى الرغم من أن كلام نيوتن هـ يوحي بأنه عابث في هذه المسألة أو أنه مادي محمي ماديته، فإن الحقيقة هي بالعكس من ذلك تماماً. فلقد تصور نيوتن الماده والحركة منفصلين الحركة عنه حركة خارجية فقط. ولذلك، فعندما قرر لحاله الزهه لعلم الحادية (حركة الكوكب وسحوم سحبه من حاديه الشمس) اعترضه سؤال سوسي، وهو «كيف وصعب هذه الأخرى في أماكنها بأن بدء حركتها؟» وهذا لم يتردد في الجواء إلى فرضيه ميتافيزيقية قيل هـ من قبل، وهي «الدفعه الأولى»

هذا، من جهة، ومن جهة أخرى سمح نيوتن نفسه، على الرغم من مقبده بصادم

Isaac Newton Principes mathématiques de la philosophie naturelle (traduction de (3)  
Mme du Châtelet s. d. n. s. d.  
Blanché Iba

و نظر بصوصه بيبير في



بالتجربة، بافراض وجود مادة طلبة، هي الأثر، بحرق جميع الأجسام وبسبب جهل ثم رعم أنه بواسطة تأثير هذه المادة الطلبة تحدث حسبيات لأجسام بعضها في بعض في المسافات القصيرة جداً، ففاسدت تلك الحسبيات عندما تكون مشابهة وتشكل الأجسام مادة معروفة ثم إنه بواسطة هذا الأثر يؤثر بالأجسام بالكهرباء عندما يكون بعده، سوء في حاله حدث أو في حاله انسداد وسواءً كان أيضاً ينشأ انصواء ويعكس ويكسر، ويسحب لأجسام، وسه لأعضاء الحواس، وتصل الأجسام إلى ليمع الشيء الذي يعمل هذا الأثر أمثله ما يكون عندما سحرة

وأكثر من ذلك، وأهم منه، أن بيوتس أسس فكرته عن الزمان المطلق والمكان المطلق وحركة المطلق على فرضية الأثر هذه. ففقد تصور أن لكون يسبح في فضاء محيط هو عبارة عن بحر من الأثر، فضاء ساكن سكوناً أبدياً باعتباره مكان المطلق، وغير حركات الأجسام بالنسبة إلى هذا المكان المطلق، حركات مطلقة، شيء يدي يؤدي إلى نفوس بوجود زمان مطلق كذلك (نظر في قسم الموضوع ٤ بيوتس في هذا الموضوع)

\*\*\*

هكذا يمكن القول احتمالاً إلى فيريه، بيوتس هي كفيرياء ديكارت، ذات طائفة متافيزيقية لاهوتية ولكنها تترعب سرعتها الوضعية التي أشرنا إليها، ذلك لأن فيريه بيوتس تفرص نفسها علينا - كما يقول بلانشي - كحقيقة علمية ويؤكدنا أن سرعته القيام بالخطوة الأخيرة (أي الانتقال إلى الميتافيزيقا)، والقول بـ «الدقة الأولى»، و«بحر الأثر الساكن» أما فيريه ديكارت فهي تفرص علينا منذ البداية ما انتهى إليه بيوتس، أي التسليم بأساسها الميتافيزيقي

لقد نطلق ديكارت من وجود الله فيثبت وجود العالم ويؤكد صحته صوتيه، أما بيوتس فقد فعل العكس المطلق من انعدام وقوايه ليصل إلى الله

ومهما يكن من هذا الجانب اللاهوتي الميتافيزيقي في تفكير بيوتس، وهو جانب رافق العلم الحديث منذ نشأته، ولا زالت ثارته تظهر من حين لآخر، لدى هذا العلم أو ذلك، فإن الواقع التاريخي يؤكد أن بيوتس قد أرسى العلم الحديث على قوانين عامة مكنت من فرض هيمنة العلم على مختلف المجالات، حتى الدينية منها، ثم كانت نتيجة ذلك البرعة الوثوقية التي عرفها العلم في أواخر القرن الثامن عشر والنصف الأول من القرن التاسع عشر، وبي حلت كثيراً من العلماء وفلاسفة على الاعتقاد بأنه في مسطاع العلم تفسير جميع الظواهر باختلاف أنواعها، ما كبر منها وما صغر، ما ظهر منها وما خفي، فكانت برعة علمية Scientisme رعب العلم البيوتسي إلى أقصى درجاته، وأقامت على أساسه فسمات «علمية» حاولت أن تعدل مختلف جوانب الوجود والحياة حتى العلم ذاته، كما سري في الفصل التالي

## الفصل الثالث

# بَيْنَ الْوَقُوفِ عِنْدَ الْقَوَانِينِ وَالْبَحْثِ عَنِ الْأَسْبَابِ

(دالاسبير، أوغست كونت، وويل، كلود بيرنار)

لقد سبق لنا من خلال مناقشات أبي عروب لحوض منها في الفصل ساس، والتي دوت بين أنوع الذكارية من جهة، وبيوس وانصاه من جهة ثانية، أن عور الخلاف بين بمرص كان ينور حوس انرصااا طبيعتها، ومصدرها ودورها هل تعتمد لها على عمل «والداهه لعقيه»، ويدتالي معها معدمات يقية - مع ما يرم عن ذلك من نتائج، م أنه يجب أن سوحيتها من التجربة، و لبحرته وحدها؟

إن هذا لنقاش يعكس في الحقيقة وجهي نظر متعارض - رافقت تاريخ العلم الحديث منذ نشأته - حول دور الفكر في بحث لعلمي ومضى صدره الأساس على تفسير ظواهر الطبيعة تفسيراً يتسوق، على الأقل، مع معطيات الواقع، إن لم يعبر عن حقيقة و «جوهره» وجهه النظر الأول سمي بشكل أو باحر من انيكارية، فهي انحاء عقلاي بعطي الأولوية لعمل في عملية المعرفة أما وجهه النظر الثاني فهي امتداد لسرعه الليونيه التحريسة تمنح لأوسيه مسخره وعصر دور العنصر في الحنين وانتركيب الاتقياء الأول يرى أن اهداف حقيقي لعلم هو لوصول إلى لأسباب التي تفسر لظواهر لطبيعه أما الانحاء الثاني فينبغ على ضرورة وقوف البحث لعلمي عند حد لكشف عن لعلاقات التي تربط الظواهر، أي القوانين، معتبراً لحري وراء الأسباب من بقايا التفكير لمبايريني

وإذ كانت السرعه لليونيه قد شكّلت دالسه إلى عصرها مرحلة مقدمة<sup>(١)</sup> لاهاس إلى سرعه الفلسفية عموم، من حيث إنها كانت سرعه في تحليل العلم من انصاهم

(١) يمكن النظر إلى السرعه الليونيه والانحاهات سحرية بي رافقتها أو مركبت عليها من حيث إنها شكل من أشكال انصاه الايدوبوحي عن موقف درجورية لأوروبية نقلا في صر عنها مع الفكر لاقطاعي ومسلماته القية إن المسك بالبحر، وحدها كان هدفه رفض الأسس الاعقلالية التي كانت الايدوبوحي لاقطاعية يركز عليها

والنظريات المساهمة فيه، فإنها عويصة، فهي تعد، لتشكل أساساً «عميقة» لاعتقادات ميكانيكية منظرية، وأخرى وصفيّة حاوية «نقدية» لبحثٍ علميٍّ وخاصةً حواريٍّ مائة «لا حجرة» نظرية، حصره بحث المعرفة لشربه في الظواهر والعلاقات بين يقوم بينها

بعد سادس هذه التبعة لتحريية - الوصفية في النصف الثاني من القرن لدمس عشر والنصف الأول من القرن التاسع عشر فشبهه حبه سعواء على الأساق نفسه وانفرد من بينه يريه نكن هذ لا يعني أن لبرعه لعقلانية الديكارية هذ صعبت معاً، في ديك ديك، بل لقد صعبت دفاع عن نفسه، خاصة في فرنسا حيث ظهرت اتجاهات عقلانية يقوم برعه استخرسه الانكسرية في مجالات عدم والفسف وهكذ شهد النصف الثاني من القرن الثامن عشر م عرف بـ «الميكانيك العقلية» (أو نظرية) *Mécanique rationnelle* التي حل بواها عدم والفيلسوف الفرنسي جان دالامبر، كب سطح في نفس الفترة نجم لابلان الذي حاول من جهة صماء مرشد من لانساق والكمال على نظام الكوي لدي شبد بيوس، ومسله في ديك رجابة بفكر الديكارتي. أم في القرن التاسع عشر فهد كذب السيطره في فرنسا بوصفية أوعست كوت غير أن النصف الثاني منه شهد قيام اتجاه ايسيمويحي جديد، في فرنسا وانكلتر معاً، يعني من شأن الفرصية، ويرد دور لعقل وفدرته على تفسير لظواهر وبين أساس، ناظر إلى عمله معرفة نظره حديه فوانها حور بين الفكر والواقع لا يعطى ولا يعطى حد معين ولهد كان العلم الانكليزي وويل، والعدم لفرسي كنود بيرد، كلاً على حده، من المؤسسين لاهائل لهذا الاتجاه الجديد التي تعتبر الايسيمويحي معاصره امتداداً له وسحاو في هذ لفصل أن ولم شئ من التخصيل بالأفكار الرئيسية التي روجتها هذه الاتجاهات العنسية في ميدان عدم، سواء على صعيد المساح، أو على صعيد النظرية

## أولاً: دالامبر والميكانيكا العقلية

حاو دالامبر *Jean d'Alembert* (١٧١٧ - ١٧٨٣)، أن يجد لكل من البرعه لديكارته وبرعه النيوتونية مكتباً الخاص في العلم، ففصل بين الفزياء بوصفها علم تجريبية يجب أن يسر فيه العمل على هج بيوس، وبين ميكانيك بوصفها علماً عقلياً، كهدسه، يجب أن يسي على مادي عقبيه ضرورية، أي على لأفكار الواضحة لشميره التي تعرض نفسها على العقل، كي يقوم ديكارت، وتكن ذو المنجوع إلى تعرضات ليعريه

يرى دالامبر أن هدف البحث العلمي هو لكشف عن العلاقات التي تربط بين الظواهر التي هي موضوع احساسات وعديه فإن معرفة الطبيعة لا تتأق بالعرضيات «الخداء» التي يسي بها شكل اعاطي تعمي، بل بدراسة ظواهر لطبيعة دراسة عميقة مع مصادر بعضها بعض قصد ارجاعها إلى أقل عدد ممكن من المادي المادي، عندما تكون قبله العديد، تكون أكثر عمومة وبعبارة أخرى كني قللنا من عدد المادي التي يقوم عليها علم ما، كان مجال تطبيقها أوسع دلث هو ليل الذي يكما من شيد صرح المعرفة

بعدمه وصاعبه في أنساق غنمه أكثر حدود وأكثر مقاطعه لموقع من الأساق الفلسفية  
 مساهميه وإذ كانت هذه الأخيرة قد سادت من قبل، هي وفرصيات لتحجيه بي  
 كتب أسات هذا، فلأما كتب ضرورية ومعبدة في وقت لم يكن مطبوعه هـ أن يفكر بأس  
 كيمييه أقص، من فقط أن يفكر، بحرقه، بعد عن الانداع والتفند  
 على أساس هذه الفكرة حاول دالامير أن يشد ميكانيك عقله برهانه اعتمد فيه على  
 ثلاثة مبادئ، هي

١ - قانون لفظية وهو يدرس حركة المنصه المنصه، وأنواع العوائق التي تخوض دورها  
 ودور الانطام والاستفهام، مثل القوى الحاديه والقوى سائده

٢ - قانون تركيب القوى وهو يدرس الحركة عبر منتظمة وعبر مستقيمة، أي القوى التي  
 تعد من انتظام حركة وشبهها

٣ - قانون النوارن الحركي للأجسام، وهو يرجع في شكله لسيوط إلى ساري كتش  
 لأجسام مع سرعتها

ويرى دالامير أن هذه المبادئ ترجع إلى فكره بسيطه وصحة وصوحاً عقليه وهي  
 أن حركة جسم ما ترجع في نهاية الحس إلى كونه بقطع مسافة معينة في زمن معين ولذلك  
 كانت قوانين الحركة تدور دوماً حول موضوع واحد، هو العلاقة بين المسافة والزمن وعلى  
 هذا الأساس صاغ دالامير ميكانيكا عصره صياغة أكسيومية مرهناً على أن ميكانيك علم  
 عقلي برهاني يقوم على مبادئ عقلية ضرورية

كانت أكاديميه برلين قد طرحت على العلماء والفلاسفه سؤالاً حول ما إذا كانت مبادئ  
 ميكانيك حقائق ممكنه أم حقائق ضرورية وقد أجاب دالامير عن هذا السؤال متشدداً  
 وتفصلاً في اجابته متفريقاً اللاهوتي من السؤال وهو الحاش الذي صاغه كما يلي هل  
 حركة الماده من صنع الله (وإذا فهي ممكنه)، لإمكان هـا عكس الضرورة) أم أنها من صاغ  
 قوانين الطبيعة نفسها (وإذا فهي ضرورية)؟ يرى دالامير أنه يجب أن لا يفهم من هذا  
 لسؤال أن حقائق لطبيعته يمكنه أن يجعل حركة الطبيعة على غير ما هي عليه، فتنب مسألة  
 تدنيه تعزم عن تسليم بوجود افعال فكما أن الانسان يستطيع أن يغير أو يعدل حركات  
 أعضاء جسمه وكذلك حائق الطبيعة يستطيع أن يجعل حركات الأشياء فيها على غير ما هي  
 عليه إن الطرح بعلمي بمسألة يجب أن يكون كما يلي هل تحدث قوانين الحركة والنوارن  
 الحركي بي شاهدها في الطبيعة عن تلك التي تحدث المادة ولها يد تركيب نفسها؟

إن وضع سؤال بهذا الشكل يجنب الباحث الاشغاع بالأمور الميتافيزيقية، ويدفعه إلى

(٢) سجل دالامير هـ مرحلة من تطور ايدولوجيا البرجوازية العنصرية لقد غلب تصمييه لحساب مع  
 الفكر الاقطاعي، وهناك م بعد من العصر وري اشاعه اخرى بلا قيد، إن م حاشه الحديده التي يعتر عها دالامير  
 هـ هي مرحلة فرض الايدولوجيا البرجوازية على المجتمع كله، كايديولوجيا وحدة مقسمة سمع، بالتمسك  
 بالداخلي، ولكن أن هـ هذا التماسك رهني بخطر دوماً إلى تعيين مصها تحت ضغط التطور

الكشف أولاً، وبواسطة عقله، عن القوانين التي تسير المادة بمقتضاها، عندما تترك وحدها، ثم إلى بحث ثانياً، وبواسطة التجربة، عن القوانين التي تسير وفقها فعلاً حركات الأجسام في الطبيعة. فإذ، وجد الباحث أن حركة المادة التي يتم له الكشف عنها بواسطة عقله تختلف عن قوانين العلم التجريبي التي يستخلصها بواسطة تجربته، فسبح أن قوانين ميكانيكا كيمعدها له لطبيعة قوانين محكمه، أي أنها عברה عن إدراك الخالق لحرره أم لا. وحدث أن قوانين تجربته تتفق تماماً مع قوانين العقل فعليه أن يستنتج أن قوانين لميكانيكا قوانين ضرورية، غير أن هذا ليس معناه أن الخلق لا يستطيع أن يخلق قوانين مخالفة، بل كل ما هناك - خالق لم يبر ضروره في خلق قوانين أخرى غير تلك التي تسبح من وجود المادة نفسها ويبرهن دلالة عن أن وجود المادة يقتضي وجود لقوانين الثلاثة المذكورة التي تلي عنها صرح ميكانيكه لعلمه، وأن التجربه تدين أن لعالم تحكمه هذه القوانين نفسها ومن ثمة تنتهي إلى القول بأن قوانين الميكانيكا قوانين ضرورية. أم عن لاعم من لفائف إلى حكمه الخلق قد اقتضت أن لا يخلق قوانين أخرى غير تلك التي تسبح بطبيعة وفقها فعلاً، فإن فالامير لا يقدم حواش بل يكتفي بالقول: إن العقل بشري لا يدرك طبيعة الخلق كيم هي بالوسط، وبالتالي فإنه لا يستطيع أن يعرف عن حكمه<sup>٢</sup>

يمكن أن تربط المناقشة السابقة بقصه النسبية بوجه عام، ونفكره خميه لكونه بوجه خاص، تلك الفكرة التي صادفها لابلاس Laplace (١٧٤٩ - ١٨٢٦) وشرحها في كتابه الميكانيكا السماوية الذي حاول فيه صفاء مريد من لاتساق والكيال عن لنظم الكوني الذي صاغه بيوتن يرى لابلاس أن لكون حاصص ختمه عامه، وإن بإمكان الانسان إدراك عرف سلسله الأسباب التي تحرك الكون، أن يسأ بما سيحدث في كل مجال من مجالات برجه، بل بوسعه أيضاً أن يعرف على جميع الحوادث، ونظورات التي يفهمه مد مشأنه إلى جيد. ندي يطعن منه لابلاس هو التالي: لا شيء إلا وله سبب متضمن عليه، وإرادته لحره التي بوجه الأحداث لا بد أن يكون وراءها سبب، ولأن تكافؤ الدواعي ونصب حركه إلى حالة العالم اليوم هي نتيجة حالته سابقاً، وسبب حالته مستقبلاً، فلا مكان لمبدأ معدل مرجع إليه الحركة في العالم. كان لابلاس يقول: وأن سبب في حاجه إلى فترات الله، فهو ليس الحركة كيمي للعالم كيم هو، وكيم كان، وكيم سيكون.

## ثانياً. أوغست كونت والفلسفة الوضعية

لم يكن أوغست كومت Auguste Comte (١٧٩٨ - ١٨٥٧) عبثاً غريباً، وإنما كان فيسوف ومفكراً اجتماعاً عاش في عصر سادت فيه برعه العلمويه الوثوقه التي أشرب بها

(٣) انظر تصوف عالمير في هذا الموضوع، في

Robert Banche La Methode expérimentale et la philosophie de la physique collection L 46 Paris Armand Colin ١٩٦٩

(٤) انظر في قسم التصوف نص لابلاس حول الموضوع

فيل، فاسمدهم فلسفته لوضعيه التي حاول ان يبرهن فيها على ان المرحلة العلمية التي وصلها الفكر البشري في عصره هي أعلى مراحل فهم التطور.

سعرص أوغست كوبنر حل لي حصارها الفكر البشري - في نظره - منذ صوره البدئية الأولى إلى الخاتمة الزمنية (في عصره)، فصاع ما اعتقد أنه يشكل القانون العام لتطوره، محاولاً لربطه على صحة هذا القانون من أوجه مختلفة كما سري بعد قس.

يخص « قانون العام لتطور الفكر البشري » بدي صاعه، أوغست كوبنر على أن جمع بصورات بني بشر وجمع فروع معارفهم عبر ثلاث حالات تطورية مختلفة، هي: حالة اللاهوتية (أو الأسطورية، خيالية)، وحالة الميثافيزيقية (أو مجردة) وحالة الوضعية (أو العلمية). وبعينه أخرى يرى أوغست كوبنر أن الفكر البشري يستعمل بطبيعته، في كل ما يعرض له، وفي كل بحث يقوم به، طرفاً مناهضة ثلاث، حكم فيس بينا وتعرض على الرغم من أن السابق منها يؤدي إلى اللاحق ضرورة. ومن هنا ثلاثة أنواع من الرؤية التي تسول لتواهر، سمي كل منها الأخرى الأولى بشكل نقطة انطلاق لفكر البشري، وثالثته بشكل نهاية ومنتهى، وأما الثانية (أو الوسطى) فهي مرحلة انتقاله.

في الحلقة اللاهوتية يبدأ الفكر البشري إلى بحث عن طوائع الأشياء، عن أسباب بدعته وأساسها العائنه. ناشد، المعرفة لطبيعته، متصوراً التطواهر على أنها ساح ومن مباشر ومواصل تقوم به كائنات عذب، فوق طبعته، بكثر عديده أو بقل، هي المرجع الآخر في كل ما يحدث في العالم من تعريب وبعيناه. لقد بدعت هذه المرحلة اللاهوتية أوجه علب أحب مكاب لأهله متعدده إله وحاداً فيلاتقان بمرحياً من القبيثية وعباده الأصنام، إلى بعدد لأهله، إلى عباده به وحاداً، أحدث لأهله سمد عن لظواهر الطبيعة لسحب إلى هذه مجردة، ثم هددت لأساسيه بعد ذلك إلى الاعتقاد بآله واحد، فحزرت انطبعه بما حيث خوف من الأساطير وأصبح دليله لدراسة العلميه، وعند لقوب بغير طبعه مقبولا، كما هو الشأن في الخاتمة الوضعية. وفي هذه الأطر شهدت البصرون الوسطى محاولات لتوفيق بين ثبات بغيرين وفكره الله عبر أن هذه المحاولات كانت فاشه، وما كان لها إلا أن تفسل، لا ب الفكر بوضعي البدي عمل على تقدم الفكر اللاهوتي هو في ذات الوقت خصم به وبقيص، فكان لا بد أن يفتي الفكر اللاهوتي كبه وبجل عنه الفكر لوضعي، ولكن خفاء الفكر اللاهوتي خفاء بما لا سم بش معركة عنه، من بظهور عجزه وعدم صلاحه، لأن بعائنه لا تحتي، لا عندما تصح عبر صاخة.

ما في حالة اللاهوتيه التي بسب في حقه أموره سوى بعد من لحاله الأولى، فبب لكائنات لعبا بغيرين بغيره أي ب : « خصائص ملامحه للأشياء » التي يعتقد في قدرتها على تفسير جميع التطواهر وهكذا أصبح تفسير بطبيعته ميسور، يد يكتفي ب بسب إلى لظواهر، أو لأشياء خصائص أو طوائع دنيه. وقد بظورت الخاتمة الميثافيزيقية بدورها من مرحلة لتعدد، بعدد خصائص وبعيناه، إلى مرحلة بوحده، وحاداً انطبعه بوصفها مظهر ختميه لظواهر.

وأما الحالة الوضعية، وهي آخر مراحل التطور، في نظر أوجست كوت، فهي مرحلة التي فسخ فيها الفكر البشري باستحالة الموضوع إلى معارف مطلقة، وبضرورة التحلي عن البحث عن الأسباب الخفية الكامنة وراء الظواهر، والاعتماد على القوانين فقط، بواسطة الملاحظة والاستدلال، وفقدان القوانين، تلك العلاقات التلامعية الضرورية التي تقوم بين الظواهر لتسايرها ولخود المتابعة بين تفسير الظواهر بنص مفصّل، إذن، على الكشف عن الرواية التي تربط بين الحوادث الخفية وبعض الحوادث العامة، يزدحج بعضها على بعض، الشيء الذي يجعل التفكير الوضعي سحاً هو الآخر من تعدد إلى الوحدة، من كثرة القوانين إلى قانون عام واحد، يفسر به جميع الظواهر، كهو خاديه مثلاً

هذه الحالات الثلاث طبعه تماماً، في نظر صاحبها، وهو يذهب عن صحتها عميق واحتياطياً ودرجياً فمن أساحته العقلية سيكولوجية يرى أن الفلسفة اللاهوتية كانت ضرورية لتفسير الطبيعة في المرحلة الاستدائية من تطور الفكر البشري لأنها مرحلة وطبعه أكثر من غيرها، فهي لا تقتصر على مرحلة سابقة عليها وهذا، أصبح لأنها تقوم على فهم الظواهر بوصفها ناتجة من إرادة مثله للإرادة الإنسانية والاستناد لشعره، من كل شيء فهو خسمية ويقس عليها حوادث الطبيعة وعبر طبيعيه وإذن، فقد كانت هذه المرحلة ضرورية لحمل الإنسان على مواجهته العالم وإدراكه فوائده العقلية بتسيطره على الطبيعة

أما من الناحية الاحتياطية، فإن أوجست كوت يذهب عن معنوية حالاته اللاهوتية كمن يبيّن أنه كان لابد من وجود مجموعة من المعتقدات المشتركة بين الناس حتى يأتى قيام جماعات بشرية منظمة. ولقد قدم لفكر اللاهوتي هذه المعتقدات المشتركة الضرورية لوحدة المجتمعات كمن عمل على إقرار طبقة كهنوسه بصرف إلى البحث نظري، ثم كمن سيجده شاة النعم والتعظيم

وإذ نحن نضعنا تاريخ لعدم، وهذه هي المرحلة التاريخية على قسور الحالات الثلاث، وحددها بشرح موضوع إلى أن الأمور قد تم هكذا، إذ ليس فيه ما يدعى أن التطور حدث انعكس ليس هناك أي عزم وصل الآن المرحلة بوصفها ما أن يكون قد مر مرحلة مستطرب عنه فهي تصورات مساهماتية وإذا رجعت المفهوم أكثر، وحددها حصصاً لتصورات لاهوتية وأكثر من ذلك يمكن أن نلاحظ أن في عدم، اليوم، ما ألت كنطق من مفاهيمها ونصوصها بعض آثار مرحلتين سابقتين ولاسيما نفسه كقول، يمر في حينه تفكيره مرحلتين مشابهة مرحلة لطفولة التي تستطرب فيها عليه مفاهيم والتصورات اللاهوتية - الأسطورية الخيالية، ومرحلة الشباب التي يمتلئ فيها عنه التصورات جديرة، ثم مرحلة الكهولة التي تنحصر فيها التوابعية وسود النضرة النعمة

الحالة الوضعية، إذن، هي فسخ تطور الفكر البشري يمكن ذلك ولكن ما نوع المنهج الذي يسود فيها، أو يجب أن يسود؟

لقد سبق أن قدّمنا حالة الوضعية بوصفها أساساً غير عا للظواهر حصصه بنوع

و من مهمته البحث العلمي هي السجل عن الكشف عن هذه القوانين، أي بيان شروط وجود الظواهر، لا أسبابها الأولى والأخيرة إن أهم والأساسي - في نظر أوجست كومت - هو بيان كيف يحدث الشيء، لا البحث في «لماذا يحدث؟»

نعم إن بحث علمي لدي يعتمد الاستقراء والاستنتاج، لا يمكن أن يدرس شكل شئ إلا إذا كنت هناك فكره مرجهه، إذ لا بد من ادخال لفرصه في «المنطق الطبيعي» (= لغيريه) ولكن استعمال الفرصه يجب أن يخصص بشرط أساسي هو «أن لا تضع من الفرصات إلا ما يقل التحقق الوصفي عاجلاً أو آجلاً» إن لفرصية، بهذا الاعتبار يجب أن تكون مجرد سبق لها سميت به التجربه و بفرصات التي بسبب من هذا النوع نسب وصحة، هناك بد سماع من لفرصيات - نوع يتناول الظواهر بالكشف عن العلاقات القائمة بينها، وهذا هو ما يجب أن يكون - ونوع يحاول أن يبين أن جميع الظواهر ترتد إلى أسباب فاعلة عامة، وهذا غير مقبول في لعدم وغير مقيد فهذا يعيدنا بضرورة ماله لطيفه كالأثر نفس به حركة الضوء أو حدوث الامداد بالحرارة؟

إن البحث في ما وراء الظواهر وفي «ما يجب» العلاقات غير مشروع في نظر أوجست كومت، ونظر انوسعيين عمومًا، فهل يوجد تاريخ لعدم دعواهم؟

يكشف بانفور إن ما كان يعتد في عهد أوجست كومت من الأمور الخفية التي يجب أن لا نحوص لعدم فيها قد كشف العالم سره الآن، بل وقبل الآن، وأصبح تلك الأشياء «الخفية» مثل سيرة والكهرباء والحرارة من حيز الحقائق لعدمه الواقعة التي تقوم عليها الحضارة المعاصرة

### ثالثاً. حول ستيوارت ميل و «قواعد الاستقراء»

وكي حاول أوجست كومت وضع قانون عام يطور الفكر انشعري أو اد حول ستيوارت ميل J.S. Mill (1806 - 1873) من جهة صياغة قواعد بالاستقراء تكون للمنهج انشعري مثله لأصبر والاشكال بقياس لأرسطي، وكما كان أوجست كومت متحيف بناسه إلى كثير من جوانب التقدم التي حققها الفكر العلمي في عصره، وخاصةً بكثير من المكشبات القيمة في ميدان كان يسميه بالأمور «الخفية»، كان حول ستيوارت ميل أكثر تحفظاً عن عصره في مجال البحث العلمي انشعري وأساسه ومناهجه مما جمعه إلى رأي كثير من النقاد العرب في فرنسا فكان من بين عاصمو أو بيوتس

«أدعاه - ستيوارت ميل - بضع بمنهج انشعري هو عد - أو نتائج - مثلي فعل سيكون، يكون عليه خطوط الضرورية التي لا بد من بحث انشعري من أجل عن هذاها

Auguste Comte Cours de philosophie positive introduction et commentaire par Ch. de la Vermer collection classique (Paris) Paris : Librairie Garnier Freres 1976 - tome 1, tome 2



حتى يمكن من اكتشاف روابط لصورية، أي لعلاقات لسيبية - القوي - التي تقوم بين الظواهر بها قواعد بصرية، في نظره السبل التي تتصل بالهكره من مسوى الفرضيه إلى مسوى العيوب

وهذه لقواعد، أو لسبل (مس خفيه الفرضيه) هي

١ - طريقة الإيقاق وتنص على ما يلي «إذ اشتركت حالتان أو أكثر من حالات الظاهرة موضوع الدرس، في أمر واحد، فإن هذا يدل على أنه وحده جميع حالات هو عنه الظاهرة»

٢ - طريقة لاحتلال، ونصها كما يلي «إذ كانت هناك حالتان تبدو بظاهرة في حداثها ولا يظهر في الأخرى، وكانا تشتركان في جميع الأمور سوى مر واحد فمرد به حاله التي يبدو فيها الظاهرة، فإن هذا الأمر الذي يختلف فيه الحالتان به كونان هر عنه الظاهرة هو سبحانه أو جزء ضروري من سببها»

٣ - الطريقة المحتلطة «إذ اشتركت حالتان أو أكثر، من حالات ظهور الظاهرة في أمر واحد فقط، بينما يشترط حالتان أو أكثر من حالات عدم ظهور الظاهرة، إلا في غياب أحد الأمر الواحد، فإن هذا الذي يختلف به وحده مجموعة الأولى عن مجموعته لثابه هو عنه الظاهرة أو نتيجتها أو جزء ضروري من سببها»

٤ - طريقة اليواقي «إذ كانت لدينا ظاهرة ما، وسحب منها طرء الذي سبل لا بواسطة استقراء سبق أنه نتيجة عوامل معينة، فإن ما سبق في لظاهرة هو نتيجة العوامل لشبهه»

٥ - طريقة التلارم في التعبير «إن الظاهرة التي تعبر بشكل معين كلب عبرت ظاهرة أخرى نفس السكل، لا بد أن تكون حداثها على ر نتيجة للأخرى، لوجود ر عنه سببه سبحانه»

تلك هي قواعد لاستقراء لي صاعف جون ستوارت ميل ونقد نقيت عتر صا وانتقاداً شديدين من جانب المناهضة والمضاهة سواء وكما فضا سله. فمعد كان لرحل محققاً عن عصره عاشاً عن العلم والعلماء، وإنما سرحع شهرته إلى مكانته الاحباءه التي مكنته من شرم مؤلفاته ودرائه في انكثرت شكل واسع أما عن الانقادات لي رحبت إلى قواعد من لرونه الاستيمولوجية فستعرف على حوات منها في فقره التالية

## رابعاً وويل وكلود بيرنار دور الفرضية

لم يعمد وليام وويل William Whewell (١٧٩٤ - ١٨٦٦)، وهو عالم انكليزي في معادن رستاد في جامعة كامبردج، إلى صياغة قانون عام لظهور الفكر لشري كما فعل أوجست كومت ولا إلى حصر المناهج التحريبي في قواعد محدودة كما فعل جون ستوارت ميل، بل نحا منحى آخر أحوب ما يكون إلى الأسلوب العلمي لقد سخرنا تاريخ العلم الحديث

ومسح منه اسم السماح للحريية الذي طلقه بعضه مند غاليليو، وكاتب بفكره الاساسيه  
بي حرج م هي مثله . ب لاكتشافات ابي بوصف إليها لعلوم لاستقرائية . عما يرجع  
لحصل فيها إلى معالية انتباه الفرضي لاستتحي . بمعنى أن لكشف المعني يرجع أساساً  
بى الفرصية لا إلى الاستقراء

برى وويل أن الاستقراء وحده لا يكفي . بل لا بد من فرصيه بوجه اسحب ونفوده  
من الاستقراء وحالائه ويعينه . ولا توجد طريقه أو طرق محصوره بسنكها الدهن . دون  
عدها . للانتقال من فرصيه إلى القانون . بل بس هناك ما يخص بين الفرصيه والقانون عبر  
نيت السحارت وعمليات التدعيم التي تفوده لفرصيه (كان وويل من معاصري حور  
سيورب ميل . ومن أشد معاصريه ومفسديه)

ب لا عصاد لسائد اندي برى في لاستقراء بوسه انوحيده بي يحصل م على  
مصاب عامه . بطلا من لأحوال الخرقه . واندي بمر . أن انصت العلمه نتج فقط من تجميع  
هذه لأحر . وصم بعضه إلى بعض هو - كي بقول وويل - اعتماد حاطي . تمام . ديث لأب  
إد رجعت إلى الواقع وتشتت خطوات التي سلكها الساحتون . وحسد أن لأحوال الخرقه لا  
تجمع هكذا عرضاً . بل هناك دوماً فكرة موحده . فكرة أدخلت في القصية العامة نفسها ولا  
توحد في الوقائع للملاحظة . ولكن عندما ندمج هذه المفكره فوجهه مع معطيات التجربه  
تشكل معها مركباً جديداً . يسمى النام . نك المفكره ويعتمدون أنها من صميم الواقع . بما  
مثلاً يعتقدون أن لقلاده هي دوماً قلاده . في حين أن لفكره لبي جعلت مباله هي من  
الإنسان فلا يوجد في العلم عادي إلا حور ممروله . إن لادلاء بفكره تجمع شات  
انظورهم عمليه تسفرم افترج فرصيه . وفرصيه بوجد من جمه أفكار أخرى . أي نحد من  
سها يكون أدرب إلى نصير الطواهر . واقتراح الفرصيه من طرف الساحت عمل يتم . لا عن  
صعف . بل عن قوة . وتتطلب حرأه وعبقريه

بعم إنه لا بد من مقارنه الفرصيات مع معطيات الواقع . ولا بد من التحي عنها عندما  
لا يكون هناك تصديق بينها . ولكن يمكن . على الرغم من هذا . أن تسعمل فرصيات في  
العلم وتؤدي دوراً كبيراً حتى ولو لم تكن هناك م يؤكددها في التجربه . ديث لأن دور الفرصيه  
في العلم . شأن شأن لنظريه . دور مؤقت تماماً . وتقدم العلم يصحح الفرصيات ويعددها  
بستمر . وهذا في تدرج العلم من الفرصيات ما أثبت العلم عدم صحتها . ويكتب مع  
ذلك قامت بدور كبير . لا في تفسير الظواهر بدروسه وحسب . بل وفي لتنبؤ بظواهر جديدة  
أيضاً . والأمثلة على ذلك كثيرة متعددة . فكم من فرصيات مكنت من التنبؤ الصحيح بظواهر  
جديدة . على الرغم من أن العلم أثبت عسادهما فيها بعد

هذا من جهة . ومن جهة أخرى يؤكد وويل - وهو ما برقص وصعبيه أوعسب كوت -  
على مشروعيه البحث عن لأسباب وساء انطريات التفسيرية في العلم . لأن البحث عن  
لأسباب ليس سوى امتداد للبحث الذي أدى إلى القوانين وليس من الممكن اقناعه قاصل  
واصح ونهائي بين نقطة انتهاء البحث الخاص بالقوانين والبحث الرمي إلى اكتشاف

الأسباب فهي تلك حالتين يتعلو الأمر بتحويل فرضيات، واستخلاص النتائج التجريبية منها بواسطة التجربة<sup>١</sup>

\* \* \*

ولي مثل هذا برأي مذهب لعلم تجريبي تجريبي مشهور كنود بيرنر Claude Bernard (1813-1898) الذي شرح بساطته ووضوح أسس منهج التجريبي وحصل منه في كتابه مشهور مقالة مدعوة لطب التجريبي<sup>٢</sup>، فهو يرى من جهة - جميع المصادر التجريبية توضح كنه بن فكره فالفكره هي التي تخلق التجربة أما للاستدلال فمعهم استخلاص النتائج من هذه الفكرة، النتائج التي يرادب صدقها أو عدم صدقها بواسطة التجربة

يرى كنود بيرنر أن الفرضية هي نقطة الانطلاق لضرورية لكل استدلال تجريبي، وبدونها لا يمكن لقيام لأي بحث، ولا حصول على أية معرفة، وكل ما يمكن عمله بدون الفرضية، هو جمع ركاز من الملاحظات لعقمة فإد قمتا بالتجارب دون فكرة موجهة سبي تصورهما أدى به ذلك إلى غياب المحسوس، وبالتل، فإذا قمنا بأكااص ملاحظات مطلقاً من فكرة مسبقة نريد تدبرها، وكان شعلنا الشاعل هو الحصول على هذا التدبر، أدى ما ذلك إلى الأخذ بتصورات فكرنا على أنها واقع حقيقي

ذلك لأن الأفكار التجريبية ليست أفكاراً مطروحة، وهي لا تبقى في ذهن بصوره عفوية، بل لا بد من مناسبه، ولا بد من حافز خارجي فلكي يكون لدينا فكرة أوله عن الأشياء، يجب أن نرى هذه الأشياء والفكر البشري لا نكنه تصور وجود أشياء بدون أسباب ولذلك كانت رؤية الظاهرة توفد فيها دوماً فكرة عن السببه، وكانت المعرفة البشرية كلها محصورة في السر القهقري من النتائج إلى الأسباب فمن ملاحظة ظاهرة ما نكون لدينا فكرة عن عتها، ثم ندخل هذه الفكرة - الفرضية في عمية استدلالية تنتهي بنا إلى القيام بتجارب نراقب ما تلك الفرضية

والشرطان الأساسيان اللذان يجب أن يتوافرا في كل فرصة علمية، هما أن يكون لها سند من الواقع، أي أن تكون الظواهر هي التي توحى بها، أولاً، وأن تكون قابله للتحقق منها بالتجربة ثانياً ولذلك، فالمفروضات التي لا تستوحى من التجربة مجرد خصال، والفرضيات التي لا تمثل التحصن بالتجربة، فرضيات لا سمي ولي علم العلم، بل إلى عالم العسفه وإسافيرها إن الفكرة بدرة، والمنهج التجريبي هو البرهنة التي تمدها بالشروط التي تجعلها نمو ونحصب ونعطي أحسن الناز التي توهدها لها طبيعتها وكما أنه لا يست في البرهنة إلا ما برعه فيها، فكدلك لا يعمو في منهج التجريبي إلا لأفكار التي نحصنها له

Wilham Whewell *De la construction de la science* traduction Robert Blanché (٦)  
Paris Vrin, 1938) livre II, et Robert Blanché. *Le Rationalisme de Whewell* (Paris F. Auzan  
.935  
Claude Bernard. *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* Paris Librairie (٧)  
delagrave 1920).

وإن، فانعم التحريبي يقوم على أساسين مترابطين «منهاج والفكرة مهمة منهاج» هي قيادة فكرة التي تنبثق في ذهنه واستمرها عندما ين الأمام، بحرف نفس لطبيعة والبحث عن خصيه، يجب أن تكون فكره حرة دوماً، غير مقصده لا باعتقادات سدييه ولا معتقدات لفلسفه ولا بالظريات العسقيه يجب أن يكون لعدم «شجاعة حرة» بفسح عن فكره دور خوف ولا وجل ولا تخشى من عدم توافق الفرضيات التي يدرجها مع سطرنا بقائمه ولا من مناقضها مع معتقادات السائده إن الفكرة هي لقوة المحركة للاستدلال، في لعلم كفي في غيره من ميادين معروفة والتفكير ويجب دوماً، وفي جميع الحالات، «حصاعها لمقياس ما وهذا خصائص، في مبدأ العنصر، هو منهاج التحريبي أو التجريبي إنه مقياس ضروري وكبد، ويجب أن يقطع على أفكارنا وأفكار غيرنا يجب أن تعدل النظرية لتتوافق مع الطبيعة، لا أن تعدل الطبيعة لتتوافق مع النظرية»

هذا عن الفرضيه ودورها في البحث العلمي، أما عن طبيعة منهاج التحريبي ذاته، ودور كل من الاستمرء والاستمرء في عملياته ومراحله، فإن كلود بيرار يرى أن الفصل بين الاستمرء والاستمرء، ولقبوس بأن الأول خاص بالعلوم التجريبية والثاني خاص بالرياضيات، أمر بطوي على قدر كبير من العصف ذلك أنه يد كان ذهن الباحث بحرف بطوي عادة من الملاحظت التجريبيه ليصل إلى الفصائل العامة، أي لقوانين، فإنه بحرف بضاً، وبالعصر، انطلاقاً من هذه الفصائل العامة ليصل إلى حوادث التجريبيه التي يفسحها مطلقاً من هذه الأخيرة ولكن بما أن نفس هذه الفصائل العامة ليس بها مطلقاً، فإن ذلك الاستمرء يبقى دوماً استمرءاً مؤقثاً لأنه بطل في حاحه في تحقيق التحريبي

هذا من جهة، ومن جهة أخرى وليس صحيحاً بقول كلود بيرار - إن الاستمرء خاص بالرياضيات، والاستمرء خاص بالطبيعيات، فانواع أن كلا منها يسمم في جميع العلوم، لأن هناك، في جميع العلوم، أشياء لا نعرفها وحرفها نعتقد أن على معرفه بها فعدد بمرس لرياضيون مسائل التي لا نعرفها يقومون باستمرء يشبه ذلك الذي يقوم به فيزيائي أو كيميائي أو لعبريولوجي، ولا نهدف طريقه التفكير لدى الرياضي عنها لدى بحرف عندما يكونا يصد الحرف عن مسائء أو لقوانين فكلاهما يستقرى ويقترح بفرص ويقوم بالحرفه، أي بمحاولات للتحقق من صديق ذلك لفرص ولا يختلف لرياضي عن الباحث التحريبي إلا عند يصل كل منها إلى الفصائل العامة التي سحت عنها وهذا لاختلاف رجع إلى أن مسائء التي ينطق منها العالم الرياضي يؤحد على أنها بفسه" لأن لا ينطبق على الواقع الموضوعي كفي هو، بل على علاقات تقوم بين أشياء يؤحد في ظروف وشروط بسيطة، أشياء تحرف الرياضي أو يحترعها في ذهنه بشكل من الأسكال وبما أنه مأكد من أنه ليس هناك ما يجمعه على ادخال شروط أخرى في استدلاله غير تلك التي حددته بفسه، فإن مسائء التي أقرها نفس مضعفه للتفكير، مثله هو الشئ في منطق

(٨) يكتم كلود بيرار هذا عن الصور الكلاسيكي للأليات الرياضيه، لا عن الصور الأكسيومي للحدث الجمع حرة لأول مر هذا الكتاب، الفصل الثاني

فلا استدلال في الرياضيات وفي المطلق هو هو، ونتأمله لا نحاج إلى لتحقيق التجريبي، إذ  
يدخل وحده يكفي.

أما بالنسبة إلى الباحث التجريبي فالأمر مختلف ذلك لأن القضية العامة التي يصح  
إثباتها، أو المبدأ الذي يستند إليه، يقعان بين مؤقنين، لكنهما يعبران عن علاقات معقدة  
ليس في وسع الباحث قط إخراج ما به علمها عام الإلمام ومن هنا يظل الاستدلال في العلوم  
تجريبي، مهما كان متمسكاً من أسسها منطوية، عرصة للشك، كما يضيء مبدأ الذي قد  
يليه عن يقيني لأنه ليس صادراً، كما هو الشأن في المطلق والرياضيات، عن مضاهة للمكر  
نفسه وتحدث كان من الضروري، بالنسبة إلى الباحث في الحقيقة، الرجوع إلى تجربته  
للتأكد من صحة ما أسس عليه استدلاله من نتائج

وإذ كان هذا الفرق بين الرياضيات والعلوم التجريبية فرقاً أساسياً عن صعيد يقين  
المبادئ والنتائج التي يستخلص منها، فإن تأنيبه لاستدلال الأسس هي هي في كل منها،  
مسئلته هو دوماً بفرصته، إذ ليس حال الرياضي يقول إذا بطلنا من هذه القضية،  
وهي صحيحة، فما هي النتائج الصحيحة التي تنتج منها أن الباحث التجريبي فليس حاله  
يقول إذا كانت هذه القضية التي انطلقنا منها صحيحة فما هي النتائج التي تعقبها

إن هذا يعني أن على الباحث التجريبي أن يشك دوماً في ما يحصل عنه من نتائج  
ونكر شك هذا لا يعني اتخاذ موقف مبني من معرفته وإمكانياتها، كلا، إن الشك المطلوب  
في العلم يجب أن لا يستند إلى العلم نفسه، بل يجب أن يبقى محصوراً في لطرف التي لها  
يكتسب العلم إذ على التجريب أن يشك في صلاحية الفكرة التي يديرها كفرصته بقدرتها  
تعتبر الطواهر وعليه أيضاً أن يشك في الوسائل التي يستعملها في ملاحظته والطرق التي  
تستعمل في البحث، فلا يمنحها ثقته المطلقة كل ذلك واجب ولكن الذي يجب أن لا  
يتطرق إليه الشك أبداً، في نظر كلود برنار، هو مبدأ الحتمية، المبدأ الذي يؤسس العلم  
التجريبي كله

ذلك لأن شك الباحث التجريب في فرصاته لا يعني شيئاً آخر سوى أن عليه أن  
يخصصها لتجربته لتأكد من صحتها أو عدم صحتها، ولكن ليس معنى هذا أنه يجب أن يحدث  
الحوادث لتجريبية وحدها حكماً ومعياراً، فالحوادث التجريبية، بدون فكر يمحضها وينظمها  
ويستنتجها هي لا شيء، ولذلك يظل لعمل دوماً الأساس الذي يقوم عليه عمليه بحثه  
من الفرضيات إنه تغير يدير يجب لاستدراكه، فهو يدير يقيم الروابط بين الحوادث  
وأسبابها، وبالتالي يكشف عن صحة فرضيه أو عدم صحتها، وسيبسه في ذلك مبدأ  
الحتمية، وهو مبدأ عقلي بلونه لا يمكن أن تقوم للمعرفة العلمية قائمه

إن الإيمان برسخ مبدأ هو المرشد الذي يوجه الباحث في ملاحظاته وتجربته، في  
تحقيق ما يفرضه من فروض وما يستخلصه من نتائج وهو برسخ هذا صادف الباحث خلال  
أبحاثه ظاهرة لا تقبل الخصوع لمبدأ الحتمية، فإن عليه أن يعدلها من طريقه، فعدم الخصوع

لبدأ بحسبه معناه أن لظاهرة علمية تظهره عبر علميه وفي هذه الحالة يتحتم عليه أن يقوم بمراجعه شامله لتحجيره وأبحاثه، وأن يعتمد على محادث أخرى، حتى يبين له السبب الذي جعل الظاهرة المذكورة لا تقبل الاندماج في الحوادث التي ينظمها مبدأ الحتمية. إن وجود ظاهره لا تنصع لمبدأ الحسبه لا يعني شيئاً آخر سوى أن هناك خطأ أو نقصاً في ملاحظه. أما أن تكون هناك ظواهر لا تنصع للحتمية، أي ظواهر لا أساس لها، فهذا ما سأل العلم والروح العلمة. إن تسليم بوجود مثل هذه الظواهر معناه التثني في العلم، بل التثني في العقل ذاته. إن بعض تتعل الظواهر لمحدده - أي نظمها الحتمية - ولكنه لا يفس ولا يستصح أن يفس وجود ظواهر لا يفس الحديده الحتمي إلا إذا كان الأمر يتعلق بالمتحجرب والخوارق وتلك أمور يجب تبسيطها، مهائلاً من العلم للحريبي. إن العلم حتمي بالضرورة وكل ظاهرة لا تقبل لتحديد الحسبي هي ظاهرة غير علمية يجب أن تراج من طريق العلم

\*\*\*

هذه مناقشات حول انفرصية وطبيعتها ودورها، وحوون طبيعة البحث العلمي ذاته. هل يقتصر على ظهور والكشف عن العلاقات التي تربطها. بطاً ضرورياً (لغوايب) أم أنه يجب أن يعمد ذلك إلى البحث عن الأساس والخصوص في ذواتها الظواهر. قد تشددت وعمقت بسبب الكشوف لعلميه التي تب في النصف الثاني من القرن السابع عشر، أي في عهد وويل وكلود برنر نفسيهما، فحوون النقاش من انفرصية ودورها إلى انظرية العلميه وحدودها. وهذا سبب الاتجاهات بسيمولوجيه متنوعة يمكن تصنيفها إلى صنفين: اتجاهات وصفيه، واتجاهات لاوصفيه. الأولى تنحصر دور انظرية العلميه في تركيب لقوانين وادماج بعضها في بعض، وثانيه ترى أهمية لظرفيه بعينه هي تفسير الظواهر وتقديم صورها معقولة عنها مع على فكره بسبيه وسعالح في لعقل لبالي محسن آراء هذه الاتجاهات



## الفصل الرابع

# النظرية الفيزيائية ومشكلة الاستقراء

شهد القرن التاسع عشر، وخاصة لنصف الثاني منه، اتجاهات عديدة مناهة في مهمة العلوم كمنهجية نظرية الفيزيائية وطبيعة المعرفة العلمية، ويذكر النقاب بصفه عامة إن النقاش بين هذه الاتجاهات كان يدور حول نقطتين رئيسيتين

مهمة النظرية الفيزيائية هل يجب أن تطمح لنظرية الفيزيائية إلى تقديم وصف نظري لطبيعة يدور وحدها ومعقولتها، أم أن عليها أن تقتصر فقط على حثالة القوانين العلمية تسمح بعضها في بعض، حاصرة عدد عملها في تقديم وصف مركز تعطيات متغيرة

طبيعة المعرفة العلمية ذاتها هل هي معرفة يعيها يكشف عن حقيقة الواقع الموضوعي، أم أنها معرفة مؤلفة ونسبية محصورة في إطار الظواهر الخسبية

ونقطتين مترابطتان مترابطتان من هاتين وجهات نظريته واحدة، ولدينا يمكن تصف ذلك الاتجاهات في صنفين الاتجاهات وصيغة واتجاهات لوضعيات الأولى خيرية ظاهراته (= محصر عمل العلم في الظواهر الخسبية)، والثانية عقلانية تفسيرية (= محاولة أن تفسر الظواهر بأساليب الخسبية) الاتجاهات بوضعيات - لحدوده تربط مباشرة بمناج، ومنه ب. كني والاتجاهات العقلانية تفسيرية تريد في جزء منها إلى فيكارب، وفي جزء آخر إلى بيوس، على الرغم من أن هذا الأخير قد عارض فيكارب معارضة شديدة في بعض مسائل، خاصة في ما يتعلق بمصدر الفرصات العلمية، كما رتب ذلك في الفصل السادس

ومثل أن تعرض هذه الاتجاهات لوضعيات واللاوضعيات سمحوا كلمة عن لشعره اندوغماتية العلموية Scientisme هي نشرت في القرن التاسع عشر خاصة، والتي أدب من قيام دود فعل غرب حسب الاتجاهات البوضعية



## أولاً : الدوغماتية والعلموية

يس ثمة من شك في أن ديكرت دوغماتي الرعه ولكن دوغماتيه للمعنيه قبل كل شيء (الألكز انطريه، لبدايه والوصوح، ليقيين الرباصي)

ولذلك، فإن لرعه الدوغماتيه في العلم إلى ترجع أساساً إلى بيوتن فقد عارض بيوتن دوغماتيه ديكرت مسيريه، ولكنه أخلّ معها دوغماتيه علميه كانت دوغماتيه ديكرت دوغماتيه للمادي، أما بيوتن فقد فسّر هذه الدوغماتيه العلميه وجعلها دوغماتيه النتائج، كان يقول أن لا أصح من الفروض إلا ما يبرهن نتجته عن صحته (راجع ما قلناه عن بيوتن في الفصل السابق)

وعلى الرغم من أن أوغست كوت قد حصر مهمه العلم في اسحث عن القويين مطالباً بمصر لبحث علمي في دراسه شروط وجود لظاهرة، والإعراض عن البحث في كيميه وجوده وأساس حدودها، فإنه كان يعتقد أن العلم يستطع الإحاطه عن جميع الأسس، شرطه أن يصح سؤل بكيميه علميه لقد كان أوغست كوت وثق في العلم وفي قدرته على حل جميع مشاكل حتى الاحتمالية منها، كف لا وهو لذي جعل مرحله الوصفيه (= العلميه) أرقى مراحل تطور الفكر البشري إنه من هذه الناحيه دوغماتي تماماً كبيوتن، وبذلك لم تقطعه الاتجاهات الخديفه أي ارتباط

على أساس العلم البيوتن الدوغماتي الرعه - ولعلميه الوصفيه التي شيد صرحه أوغست كوت، و لتي دفعت العلم إلى تسمى الدرجات، قامت مرعه علمويه، وشرب في لصف الثاني من القرن التاسع عشر خاصه، وكان رعاؤها، في ألعاب، فلاسه لا علميه وكثير ما كان هؤلاء لعلسه محللين عن ملاحظه عدم لعن ممسكين بالظرفان والآراء لتي محاورها اسحث لعلمي ومن أسرار هؤلاء الفيلسوف الفرنسي أرنست رنان Ernest Renan (١٨٢٣ - ١٨٩٢) وأرنست هكل Ernest Haeckel (١٨٣٤ - ١٩١٩)

يقصد بالترعه العلمويه الرعه التي يرى أن معرفه العلميه، الفيريائيه والكمبائيه هي وحده معرفه الحق، فهي من هذه الناحيه وصعبه الاتجاه عر أنه يمكن التعبير عن العلمويه المنطيقيه التي تعتد أن العلم سيحل جميع المشاكل التي كانت من اختصاص الميافيرييه، وبين العلمويه المنهجيه لتي يرى أن صهاج المنبع في الفيرييه والكمبائيه هو وحده الصالح، وبذلك يجب تطهيره في العلوم الأسائيه

وإذ كانت لعلوميه المنهجيه قد استعربت مصطلحات ومفاهيم الفيرييه والكمبائيه لتستعملها بشكل تعمي سادح في الميادين لاجتماعيه والسيكولوجيه مما أتى إلى بام علوم اجتماعيه وسوسولوجيه ميكانيكه دريه، فإن العلمويه المنطيقيه قد حاولت هي لآخرى فاسه بصورات عامه عن الكون والآسان بوسطه «نتائج لعليه» وهكذا نشأت ديانات وصعبه بعد العلم دين مستقل (ماي سيمون، أوغست كوت، هربرت سيمر ) بعد أن أقطاب هذه الرعه يعتقدون أنه يمكن لعن أن يركب مختلف المعارف الشريره

بركبي كنيا شاملاً يقوم على مبدأ واحد زائده والخمكة تأسيساً على سرعة الميكانيكية، ومبدأ الصور تاسسه إلى ميسر، وبذلك سم القصة مهائياً على ميتافيزيق بعد عمر وندب Wundt عن روح هذه سرعة، هناك «في مبرم السبع عشر كان الله هو الذي يصنع قوسين الطبيعة، أما في القرون ثالث عشر فقد كانت هذه القوسين من صنع طبيعه نفسها، أما في القرن لتصبح عشر فإن قوسين الطسعه تضعها العلماء أنفسهم»

قد نعزب هذه سرعة لدوعانية عدمية لانعدامات شديدة، خاصة في ربع الأخير من القرن لتاسع عشر إلى أدى إلى قيام المجهت وصعوبة تبادل محصر معرفه تعليمية في نطاق محدود، نطاق الظواهر الحسية، وفي قسنا قل، فلفد أحدثت هذه لبرعات البوصعه حديده ردود فعل من جانب العلماء والفلاسفه ذوي الميول العلمانه وقد كانت المناش من هؤلاء وأولئك يدور، بكيفية خاصة، حول النظرية العدمية، طبيعتها وحدودها وسفهم في لفرات لئاله عملاً هذه المناشات

## ثانياً - مصادر الوضعية الجديدة ناركلي وماخ

على الرغم من أن أوغست كوت هو مؤسس لعلمه الوضعية، فإن لاتجاهات الوضعية الجديدة بمختلف سرعاتها، لا ترتبط بأوغست كوت مباشرة، بل بصداقائه ماج Phenoméisme التي ترتبط هي لأخرى بلا مادية نركلي

عاش «نركلي (١٦٨٥ - ١٧٥٣) في عصر طبع فيه لبرعة لمادية لا حديده الميكانيكية، فأراد أن يهدم هذه البرعه من أساسها، وذلك بأن يهدم على عدم وجود أماده كشيء مستقل عن الفكر الذي يتركها، ومن هنا تولدت المشهورة «الموجود هو ما يدرك» ويم يكن نركلي G Berkeley يهدف من وراء ذلك إلى هدم ميتافيزيقا، بل نالعكس، كان يهدف إلى اثبات أن المعرفة العدمية، وموضوعها لظواهر حسية، ليست سوى مسئلة تمكنا من الصعود إلى نوع من المعرفة أسمى، هي المعرفة الروحانية، إن مهمة العلم، إذن، ليس تفسير لكون، بل الاقتصاد عن البحث عن الروابط منتظمة التي تربط بين لظواهر، الشيء الذي يساعدنا على جعل أفعالنا ونشاطاتنا نخدم بكيفية أفضل، حاجات الحياة إن النشاطات التي نريد إرجاع الظواهر كلها إلى مادة والحركة (البرعة الميكانيكية) هي في نظر نركلي، محاولات غير مشروعة، لأن مادته - وكذلك الحركة - لا تسمح بأي وجود مستقل عن الذات التي تدركها، فهي ترجع إلى مجرد حسابات، مثلها مثل اللون والصوت والحرارة ونعبره أخرى إن الواقع الطبيعي هو نفسه الواقع الحسي ذلك لأن لا ندرك، بواسطة حواسنا، إلا لتأثيرات والكميات الحسية أم لأحاسام فهي مجموع هذه الاحساسات وهي منفعة، لا

(١) من نعرض ه بوصفية جماعية تب وروعتها المعاصرة، وهي الوضعية التي يعطى عليها اليوم مصطلح الوضعية الجديدة بعد عاقلنا أهم مقولات هذه الجماعة في المنخل العام الذي صدرت به خروء لأول من هذا الكتاب أما مبركات العلميه لتتضمنها البصوم منصفه هذا الخروء

دعاه، سواء كانت ساكنة أو متحركة، ولعقل وسجده معاً تدلّان على أنه من هناك من شيء يدعى لا لفكر، الروح، ومن هنا يجب تمييز بين محل الفلسفة الطبيعية (= فيزياء) وقوامه التجارب وهو غير متحرك، ومحل العلم، الذي يسعى إلى معرفة حقائق الطبيعة وهذا العلم لا يمكن أن يستلزم من نظره شيئاً مجرداً حساسات، بل من مساهمة ومصدره التماثلات المتغيرة مع اللاهوتية واللاهوتية

سعى عالم الفيزياء ماك (Ernest Mach 1838 - 1916) إلى طرحه بداركي التي تحصر معرفته في نظره حسية، وحاول أن يعطيها طابعاً علمياً، سكت عن نتائج الميافيزيقية بلامعة علم يرى ماك أن الطبيعة تتألف من عناصر تمثّلها الحواس، ومن هذه العناصر مؤلف مركبات تمنع استقرار شيء وبدونها، أشياء، إن شيء في نظره (أي لأحسام والموضوعات) لا يمنع بأي وجود موضوعي، بل هو مجرد مركب ذهني من الإحساسات ومن ثمة فإن ما يشكل لعناصر الحقيقية للعلم ليس الموضوعات والأحسام، بل الإحساسات البصرية والسمعية واللمسية

وبإطلاق من هذه الأطروحة - التي كانت رد فعل مباشر ضد تشبيه لانهية وفلسفة الشيء في ذاته - حذّر ماك مهمة العلم في استساح صور ذهنية من الواقع، صور يحترها الفكر ويدخرها اقتصاداً للمجهود الفكري لقد أنكر ماك، لا شيء في ذاته وحسب، بل شيء كحقيقته موضوعية، كي أنكر الوجود موضوعي نسبية فالربط بين سبب والسبب غير موجود في الطبيعة، بل يقوم، فقط، بين الصور الذهنية التي تحدها الفكر ومن هنا نادى بعدم مشروعية النظريات التفسيرية وقال إن مهمة العلم يجب أن تنحصر في تقديم عدة ظواهر في صورة قانون، وأن وظيفة لنظرية العلمانية يجب أن تنحصر في الأخرى في عرض الحوادث، عرضاً واضحاً قدر الامكان، ناقل معنى ذكره (- مدأ اقتصاد الفكر)

هذا، وإذا كانت فلسفة ماك متبادلة مباشرة لفلسفة داركي للامادية، ورد فعل مباشر كذلك بدمائية لانهية (مبجل، فحته، شمس)، فإنها قد جاءت أبصاراً قاتلاً استولوا بعض اكتشافات لانهية، خاصة منها تلك التي تم في مدن نطاقه ومرتبطه بالنظرية الحركية للذرات، وفي سرى في الفقرة أسسها فإن لكشف العلمي لو حد يمكن أن يستعمل فلسفياً وأيديولوجياً لأهداف سياسية من متناقضة

### ثالثاً. النزعة الميكانيكية ونظرية الطاقة

تعرّرت سرعة الميكانيكية التي شُدد صرحها بوقوع قيام النظرية الحركية للذرات التي كان لها تأثير كبير في عمل مراهق الفيزياء والاشعاعيات الفيزيائية التي تتحد الكشوف العلمية أساساً لها ومطابقاً لقد تمكّن هذه النظرية من تكشف عن «طبيعة» حرره

(٢) نظر في رسم الصور بعد ماك في هذا المعنى

مرجعها إلى ظاهرة ميكانيكية هي الحركة بالذات، بعد انصح أن حراره الجسم هي سحبه حركه حرثاته<sup>٢</sup> والسيحة هي أن الحركة لي سحج الحركة هي نفسها سحج سحره، وبعبارة أخرى لقد بين، أن لا يصل اشك، أن هناك تكافؤاً بين الحرارة والشغل، في فتح نافذ حديدية مدم متقسم ميكانيكي لظواهر الطبيعة وهكذا فمسب نكوكب والأجسام الكمية هي وحدها التي يقبل تقسم ميكانيكي، بل إن حرثات لمدة لصلته وحرثات لتسول وحرثات لعدم تصل كنها، مدحوب في لتصور الميكانيكي ونسرح عت قوسه

من هه فاصت سرعه ميكانيكه حديدته ومسطرته أعم وأشمل من سرعه الميكانيكه لكلاسيكية (سرعه سوس) وكان لعدم الألماني هيلمهولتز (1821 - 1894) أمرر مثل هه وفي يلى مجمل لأرته

يبر هيلمهولتز من لغيرياء التحريية (أو لعدم التحريي) وبين الميكانيك لسطرته (أو لعدم النظري) الأولى سحت عن لعمدين دعامة التي برسد إليها الظواهر، ولشدة سحت عن الأسباب التي تقف وراء ذلك لظواهر والأسباب، في نظره، نوعان أميبات لامتعيرة وأسباب معيرة. فهد وحدها ظواهر برسد إلى أسباب معيرة وحت عتيا، وفق مبدأ سسية، سحت عن لسب أو الأسباب التي جعلته معيرة، ومن ثمة السحت عن الأسباب للامعيرة، في ثلث هي سحج منها دوم، وفي نفس الظروف، نفس السحج ومن ثمة كان الهدف لأحبر لعدم النظري هو الكشف عن الأسباب اللامتعيرة التي تقف وراء حوادث لظواهر ذلك لأنه من لصوري لعدم الذي يهدف إلى عقول الطبيعة، أن بطلن من التسيم بإمكانة التقسيم انسي لجميع ظواهر في لعمل في صوره هه، يطلن إن لتصور سحتي لظواهر الطبيعة ضروري، ليس فقط لتقدم العلم، بل أيضاً لتأكيد محدودته معارفنا

ولكن، كيف يمكن تطبيق هذا التصور الخيمي لظواهر الطبيعة؟

يقوم هيلمهولتز ب عدم سطر إلى أشياء لعدم الخارجى من ر وسن فهو من جهة يعبر إليها بوصفها موجودة فقط، ولا يظفر إلا في هه الوجود الذي تنصف به عاص الظر عن تأثير هه مهي كان الموضوع الذي يقع عليه هه، التأثير وفي هه الحاله يظنن على أشياء الطبيعة، مظهر إليها من هه الراويه. سم مادة وذب، هسادة كوجود لا تقوم بأي فعل أو تأثير، وسن لا يعرف عنها إلا أنها امتداد وكم (كتلة)، وبك خاصية هه ناسه ومن جهة ثانية سطر لعدم إلى أشياء الطبيعة من حث بها مختلف عر بعضها بعض شيء واحد هو تأثير، أي قوسه، أم الفروق الكمية فهي لا ندخل في صميم المادة إن لعدم الوجود الذي يعترى مادة هورث ندي بسحق موقعها في المكان، أي ما يعرفه بالحركة وبك أنه لا يوجد شيء في الطبيعة إلا أنه تأثير - جميع الأشياء التي نعرفها مرجع معرفتها إلى تأثيرها في جواب - فهد تأثير يقودن هو نفسه إلى سه ومصدره

(٣) نظر تفاصيل حول الموضوع في القسم الثاني، الفصل الخامس

وإذن، فجميع أشياء الطبيعة يرجع عند هامة تحليل إلى المادة والقوة والمادة والقوة متلازمين لا ينفصلان لفصل وفعياً فماده محض، إذا ما وجدت، من يكون ه أنة علاقته بالأشياء الأخرى، ولن تؤثر على حوسب، وبإتالي فمحس لا يعرف ولا يتصور إلا اماده مؤثرة بالحركة ومن الخطأ اعتبار مادته شيئاً واقعياً والقوة مفهوم دهنياً، بل هي معاً صفتان لواقع موضوعي إسمي تجردان مستحصان بفهم لعملته بذهبه وإذن، فمحس لا يعرف إلا المادة والحركة (= القوة) وجميع الظواهر الطبيعية ترتد في هامة التحليل إلى حركات المادة والحركة تعديل للعلاقات الميكانيكية، والقوة هي ميل كائنين إلى تعديل موقعيهما والعلاقات المكانية التي تربط لأشياء سرية هي الأخرى، عند هامة التحليل، إلى علاقات تتعلق بالمسافة الفاصلة بينه وإذن، فالقوة بحركة التي تربط لأحسام بعلاقات مسافة لا تتغير فيها إلا شيء واحد هو الاتجاه، وهذا يعني أن القوة لا بد أن تكون إما حلالة وإما مائدة

ومن هنا يستخلص هيلمولتز السبحة التالية التي تعبر أخرى تعبر عن برعته ميكانيكية انفرطه يقول إن مشكل العلوم الفيزيائية يحصر في إرجاع جميع لظواهر الطبيعية إلى قوى ثابته، حادته أو مائدة، توقف شدتها على المسافة الفاصلة بين مراكز الجذب ومراكز البند، إن امكانية الوصول إلى فهم تام للطبيعة يتوقف على حل هذا المشكل

وكرد فعل ضد هذه السرعة اميكانيكية لتصرفه قامت بطرحه الطاقه *Energetiques* مستنده هي الأخرى إلى النظرية الحركية للحركات وكان من سرر أقطابها في انكلز رانكين Rankin (1820 - 1872) وقد ساند هذه النظرية كل من ماح وامستوالد في المائت ودوهيم في فرنسا

يرى رانكين أن اكتشف تكافؤ الحرارة مع الشغل لا يعني بالضرورة رجوع الحرارة إلى الحركة وبالتالي إلى الطاقة اميكانيكية فلهذا يفصل طاقه اميكانيكية على الأنواع الأخرى من «طاقه» إلى هذا التفصيل «حتيرة» بمعنى ومن لوحب التثبيد بمعطيات التجربة وحدها والتجربة تدلنا، فقط، على أن هناك أنواع من لطاقه، كالطاقه ميكانيكية، و لطاقه حرارية، وطاقه الكيمائية، وطاقه كهربائية فهذا تأخذ الطاقه ميكانيكية وجعلها ساساً لجميع أنواع لطاقه، وبالتالي أساساً للفيزياء؟ إن التصيد بمعطيات التجربة يعرض علناً أن نظريته هذه لأنواع من لطاقه كظواهر بحريية لا انفصالية لإحداثها على الأخرى وبالتالي محس عيب أن تأخذ مفهوم الطاقة العام كواقعه طبيعيه أساسية بني عليها لصيربه كلها ذلك لأنه لا يوجد شيء آخر أساسي فيه فمقدد به لحرته عبر الطاقة، إن ما يسميه مادة ملامح ما يسميه الحركة، فليست هناك مادة بمفردها، ولا حركه بمفردها، وكل ما هناك هو الطاقه

ذلك ما قال به رانكين صاحب نظريه لطاقه اسميه على تصور وصفي ظاهراتي حوادث طبيعية إنه يرى أن النظرة الفيزيائية يجب أن تتحجب كل غرضية وكل محاولة لتفسير لطبيعة، وأن تقتصر، بالتالي، على اقامة نوع من التشاطر بين المعدادات الحركية ومجموع لقوانين التحريبيه وهكذا طرحت بحده «مشكله» النظرية لعنيد طيعها، حدودها،

دورها، فحرب في هذا الصدد مناقشات طويلة عريضة حول لنظرية الفيزيائية، وانقسم العلماء إلى فريقين فريق وصفي يؤكد سرعة مباح وقصور ركنين، وفريق عقلاني يردد أن يحتفظ بنظرية الفيزيائية بجمعها لأصلية، معناه نفس حوادث النكوب وطواهره، ويرجعها إلى أقل عدد ممكن من مبادئ.

## رابعاً. النظرية الفيزيائية اتجاهان متعارضان

### ١ - الاتجاه الوضعي

لا يتشكل الاتجاه الوضعي في عدم وحده مسحة، بل هو في حصة اتجاهات مبادئه، ولكن نفس كلها - نظرياً - في الدعوة إلى تفيد بطواهر ومعطيات لتجربة والامساك عن كل محاولة تفسيره تعدى حدود الطواهر بما أن انعدم لا يستطيع بلوغ حقيقة الواقع، هذا إذ افترض أن هناك فعلاً واقعاً موضوعاً مستقلاً عن درك ومعارف العنصرية، ومن أبرز مدعيه يصنفون في هذا الاتجاه، بير دوهم، وبونكريه، وبوروا هذا بالإضافة إلى مباح وراكين من جهة، وجماعة فيزياء وفروعها من جهة أخرى

### أ - دوهم ومعنى النظرية الفيزيائية

يرى بير دوهم (1861 - 1916) أن النظرية الفيزيائية ستكون تحت وصاية الميتافيزيقا إذا هي حاولت تفسير الواقع مادي، لأن هذا لا يفسره لا يمكن أن يفسر إلا على فرضيات وليس على معطيات التجربة. إن لنظرية الفيزيائية أن تكون مستقلة بنفسها في نظرها إلا إذا سعت عن معتقدات فيسافيريقية والضرعات التي تستخدم من مدارس فيسافيريقية، وتعتمد على مبادئ مستمدة من التجربة وحدها وتقتصر على تركيب القوانين الفيزيائية مستحصصة من التجربة ومن هنا تجربته مشهور. لنظرية فيزيائية يقول وليست النظرية الفيزيائية تفسير (= للواقع)، بل هي منظومة من الفرضيات الرياضية المستحصصة من عدد قليل من المبادئ والهادفة إلى صياغة مجموعة من القوانين التجريبية وأكثر ما يمكن من البساطة والشمول والدقة. وهكذا، فالنظرية الفيزيائية تكون صحيحة، لا لأنها تقدم تفسيراً لنظواهر تجريبية مطابقاً للواقع، بل لأنها تعبر بكيفية فرضية عن مجموعة من القوانين التجريبية. ونكوب النظرية الفيزيائية حاطة لا لأنها تعتمد في التفسير على مجموعة من الفرضيات لا أساس لها من واقع، بل لأنها تدفع من فرضيات لا تتوافق مع القوانين التجريبية. وهذا يعني أن النظرية الفيزيائية لا تستحق هذا الاسم إلا إذا كانت مبنية على قوانين التجريبية وانما التوحيد الذي يجب أن يفرضه صواب وحده هذه النظرية هو التجريبية فهي صحيحة عندما تتوافق مع القوانين التجريبية، وحاطة في حالة انعكاسه

وإذ كان الأمر كذلك في مهمة نظرية الفيزيائية وما وظفتموها؟ وما الفرق بين وبين  
العوائق؟

هنا ينبغي دمجهم مع مباح وسي صراحة وراءه يقول إن مهمة النظرية الفيزيائية  
وظائفها معاً، هي الاقتصاد في الجهود الذهنية، وإصفاء النظام على القوانين التجريبية  
وجعلها أسهل توتلاً وأكثر حداً

### ب - بوانكاريه والنظرية الملائمة

ويرى بوانكاريه من جهة أنه من الخط وصف نظرية ما بالصحة إذ ليس هناك نظرية  
صحيحة إطلاقاً، فالنظريات تعدل وتعبر باستمرار، وكل من نصريه قامت نظرية أخرى  
بكتسب ونعبيها وادس، فإن لنظرية لا تكون صحيحة أو غير صحيحة، وإنما تكون ملائمة  
أو غير ملائمة

ذلك لأن النظرية فيزيائية يتم بسبب شئين اثنين أساسيين، وأنصو لدهية  
بمساحة من الواقع أم المبادئ فهي ليست، عندما نه لنجبل، سوى تعريف مقبولة،  
فهي من وصف العام، لا من معطيات التجربة، ولذلك لا يمكن القول به صحيحة  
= حقيقة أم الصور الذهنية بمساحة من واقع فلا يمكن استبعادها، هي الأخرى،  
كحقائق واقعة، إذ يجوز دوم وهذا يحدث بالفعل. استدعا بعضها، مع بناء لعلاقات  
بي نظم نظور لطبيعية هي هي، معنى أنه يمكن التفكير أن مساح الطور انطبعية  
نصور محتمة، دون أن نسا ذلك من العلاقات شاسة بي تربط بين نظورهم، ورس  
فالمبادئ تعاريف، وهي تعتبر، لأنها مجرد مواصفات، والصور الذهنية مجرد نسخ عن  
لواقع، وهي تعتبر كذلك، والشئ الوحيد الذي يقف ثبات هو لعلاقات بين انطواهر  
لطعمة وثانها دلس عن موضوعية لعالم الخارجي غير أن هذه الموضوعية لا يمكن بدورها  
كاملة، وإنما يحاول الانسان بنوع أكثر قسط منها، وسيله في ذلك تنوع اسديء والصور  
لذهبية

هنا سيمر بونيك به، بعض الشيء، عن مجموع لأجهااب الموضوعية، فهو يعرف  
مبدأ موضوعية العلم الخارجي، ولا يربطه بالاحساسات فقط هناك واقع موضوعي تدب  
عنه العلاقات لثانية (المؤيين) ولكن هذا واقع لا يستطيع لإمساك به كاملاً، بل فقط  
بحد وسعي بنوعه ولكن هيهاا يكون لا يهدف العلم إلى أن يصره على الطبيعة  
وسعلاا وحسب، بل يرمي كذلك فهمها ولكن حصه لطبيعة نفى حصه عديا  
دوماً، إذ كني قرب من تعدد عا ومع ذلك نحن نكون لأشياء خلال جرد وسع  
وراء حقيقة لطبيعة، صورة مفرسة ترداد ذه محس معارف تعدل بصرنا ولذلك يجب  
أن نسير باستمرار على تعدل نظرياتنا، بل على بناء نظريات جديدة تحمل كل النظريات  
بديهة ويجب أن لا بدفعنا هذا إلى الشك، فالحقيقة موضوعية موجودة ومعاف النظريات  
علامة على ما تعدل منها هناك شيء ثابت، نره بسميه حركة، ونره بسميه حره ونره  
بسميه قوة. إذ ينبغي يعبه هو هذه لأساء لبي نظمها على ذلك الشيء ثابت سدي

يشكل حقيقة لصحة هي تتغير لأن مجرد أسماء نحن عنها، إنها مواصفات تستعملها  
كأشياء مؤقته قصد بوصف إلى حقيقة لي مشاهد، ولكن افارمه ما دوماً<sup>٢</sup>

## ج - لوروا والتزعة الاسمية

من لأجدها بوضعية التي تكسي صحة سمية لوروا Edouard le Roy (١٩٥٤ - ٨٧١)، يقول عن هذه الاسمية Nominalisme إنها وضعه إنه نظريا إليها فقط من  
حالات تصوف بالموتى والمفاهيم لعدمه أن إنه نظريا إليها من حيث انتمهي فإبنا  
ستجدها بركة حقيقة بوعائية ذات ميون روحه

وبإحتماله Pragmatisme في حتى انتم نظرية فسميه يرى أن بوضعه الأساسية  
تعمل، ليست تقديم معرفة عن الأشياء، بل مساعد على التأثر فيها، وهي في هذا نصف  
على طرق في نفس مع لبرعه حقيقة، وانصفا البرعائية في الأصل فلسفة نكوسكوسيه  
(ويمر حمس خاصة) بقط حقيقة بوضع، فالفكرة الحقيقية هي المفكرة الصحيحة، ونحن  
لا ينبغي مبتداه إلا إذا تمكن من أن نحدد على التمام بعمل فعل ومفيد، ولذلك فالفكرة لا  
تكون بحاجة لأن حقيقة، بل تصبح حقيقة عندما يتجح، وقد قام في فرنسا بيار برعياق  
كان برعياق ووروا من أبرز ممثليه وقد صن هذا الاسم على فلسفه فعل، خاصة في  
لمدن لأحلامي وديني فالحقيقة الدسه، لأعلامه نكتسب بفعل والمبره، لا سالامس  
ولسظر (= مارس امدين أولا، ثم يأتي الأيمان بعد ذلك، لأن الحقيقة الدسه في مسار  
جميع.

ومهمها من اسمه لوروا هو رؤية اسعفه بمعرفه عدمه لقد عارضت برعه  
لاممه الكلاسيكية (في لفروا لوسطى) صفاء أي نوع من لوجود بوصفوني على  
نكبات تفكرية، المفاهيم لعدمه (وذلك على خلاف برعه الواقعه التي هي حرب تصوف  
فلاطون لمثل) إن النكبات والمفاهيم في بصره مجرد رموز أو أسماء تشير إلى لعالم من  
أشياء كـ «الإنسان» مثلا، ذلك لأنه لا وجود له لأسباب كـ مفهوم كـ، وإنما يوجد هذا  
لأسباب لدينا سمه حمد أو مراهيم فالأشياء كلها حركه تنك باختصار هي وجهة نظر  
فلسفه الاسميين وأن في ميدان لعلم، يرى البرعه لاممه أن خيالات العلميه  
والأخرى بوائس واسطرياس، هي من شيء تفكر، ويست مثلا أو تصور «لأشياء» كـ  
هي

تمكن نتجيص سجه لوروا في هدين ساكيين

٢ بعد ادرج في قسم النصوص بضا يوجد به جواب تفصيلية بوصفه لعدمه تفكي فريد من بضا

على في هذا شأن بصر كذلك

Henri Poincaré La Science et l'hypothèse, prefacé de Jules Vuillemin science et nature  
Paris Flammarion 1968 et la valeur de la science prefacé de Jules Vuillemin science et nature  
Paris Flammarion 1971



● العالم هو الذي يخلق الحادث . يجب أن كل حادث علمي حادث ملفوف دوماً في فويز، لأنه من مستحيل تعريف الحادث الخدم وبالتالي لا يمكن استرجاعه فقد عني موضوعه بعدم

● إن الأساس الذي يقوم عليه هذا «الحق» للحادث لعلمي من طرف لعدم، هو المواصفة . وبذلك كان من غير المقبول وصف الحوادث بعدمه بأنها صحيحة أو خاطئة، فهي فقط أدوات للعمل

وشرح لورو نظريته هذه قائلاً<sup>١</sup> : إن التقويم العلمية غير ساندريج المعطيات الواقعية، فهي بعيد صانعها وشكدها، ثم بعد ذلك أكثر فأكثر من الاتصال المباشر مع الطبيعة . وهكذا فيمما تحتل الحوادث الطبيعية، في المرحلة الأولى، جامع ادراكنا ووعينا، نحول إلى مادة تصبح لها قوانين . وتظل هذه القوانين - في مرحلة الأولى - بمثابة رموز تلك الحوادث . ولكن بمجرد ما يمكن من صياغة هذه تقويم يقلب الوضع، فتصبح التقويم، هي ذات من قبل رموز للأشياء، أساساً تقوم عليه هذه الأشياء لكي تصبح حيثما مجرد رموز للمفهوم، وبعبارة أخرى تصبح الأشياء مجرد نقطة انتهاء القوانين المتصورة ويخصص لورو راءه في لقطتين أساسيتين

<sup>٢</sup> ليس لغالب العلم مجموعة كلية من الحوادث الطبيعية، ولا محصلة أو خلاصة هذه الحوادث، بل إنه بناء رمزي نشأ عن هذه الحوادث، فهو بشكل اندرجه الثاني لمبادئ اصناف العقوليه عن طبيعة

ب- المقصود من تقويم هو تعويض الحوادث الطبيعية والحدود محلها بوصفها معطيات تكون موضوع تأمل لاحق

هذا ومن بعد أن نشر ما إلى بناء بونيكايه لأسميته لورو هذه غير بونيكايه في فلسفه لورو بين امرعه اللاعقلية التي اسودت من دعوى، وبين برعه الاسمي، فرفض تلك وساقش هذه . وفي هذا لصدد يرى بونيكايه أن هناك فعلاً حوادث ذات هي حسابات وذكريات، والحوادث العدمي في طوره، ليس إلا الحوادث الخدم وقد ترجم بعده ملائمة و أشياء العالم منحصر في مستوى لدعه التي يعتبرها عن حادث، فهو لا يخلق حادث - كما يقول لورو - وإنما يخلق لدعه التي هي تعتبر عن هذا الحادث . أما فوعد العمل فهي سطح لأها صحيحة، وليس العكس كما ترى براغماتية التي ينشأ عنها لورو

نعم . ب- مبادئ يصنع وصفاً، ولكن هات . في ذات هذا قوانين موضوعه لا تكديا لبحرته . وحيث موضوعه تصعب كل انقسام . هندسه إلى ميكانيك ومن ميكانيك إلى 'ميراء' وهكذا . فإن كانت هندسه مجردة، فإن لفبرياء بالعكس من ذلك تقدم ب- صوره عن العالم نفسه . نعم . ب- عدوى مجموع فوعد يصنعها غير سيج من صغانت، ولكن

٥ . علم معاله + و دعوى . العلم والعلمه » في *Revue de métaphysique et de morale* ، ١٩٩٤

هذا لتتم، إذ كان يمدح حتى من العلاقات لعلمه بين قوانين، وهذا ما يحصل فعلاً. فإذن هناك، مع ذلك، شيئاً يبقى، شيئاً مستقلاً عن هذه المواضع، ويقوم بدور العلم المعبر عن *L'Invariant Universel*. إن القوانين الطبيعية، هي قوانين لا يمكن، لا فوسر لضرورة، بمعنى أنها حقائق الواقع، لا حقائق لعقل، وليس كما يقول بوانكاريه موصوفة على لشكل الذي تخار به للنادي. وهكذا يصبح من فساد من، من أن بوانكاريه ينجح على موضوعه لخصائص العلمية من جهة، وعن عدم ربط العلم بمصنعه من جهة أخرى، فالعلم يهدف إلى معرفة، أولاً وقبل كل شيء. وإذا كان العلم واقعاً فلا أنه حقيقي وليس يعكس كما يقول أسرع الرياضيات. ولذلك سادي بوانكاريه: «العلم من أجل العلم»

## ٢ - الاتجاه العقلاني - التفسيري

### أ - ماكس بلانك والمولم الثلاثة

من بين العلماء الذين نهضوا هذه الاتجاهات الوصفي، يعد ألماني مكشوف لكوفا ماكس بلانك Max Planck (١٨٥٨ - ١٩٤٧) يرى بلانك " أن مصدر معرفة وأصل كل علم هو التجربة. فالنتيجة هي المعطى المباشر والواقع الحقيقي الذي يمكن تصويره أكثر من غيره، وهو انعطافه لي يمكن أن يربط بين منظومات الاستمرارية الاستمرارية التي تشكل العلم ولكن، هل يكفي حصر العلم في مهمة، الترابط بين مختلف الملاحظات الطبيعية لي نقلها إلى حواش عن العالم الخارجي، رصداً دقيقاً يتوحي فيه أكثر ما يمكن من بعده، بواسطة فوسر يلزم فيها أكثر ما يمكن من استطاعته؟ وبعبارة أخرى هل تقدم الوصفي، التي سادي بلانك، الأسس لتيه انفساده على حمل صرح الميراث بأكمله؟ بحواش عن هذا السؤال، لا بد - في نظر بلانك - من السر مع دعوى الوصفيين إلى هاتين سري، إلى أين نقردها الوصفي إن ربط المعرفة العلمية بالمعطيات الخمسة شيء سادي، ولكن حصر معرفه علمية، وبسادي العلم كنه، في هذه المعطيات، وهي نسخة تجارب شخصية، يؤدي إلى هدم العلم، ونهض موضوعيه الميراث

هذا حينما تطرح منها الميراث، وهذا (١) يوجد عالم خارجي مستقل عنا (٢) إن هذا العلم الخارجي غير قابل للمعرفة بكيفية مباشرة، لأن كل ما نعرفه عنه هو ما نعرفه إليها حواسنا وبوصفهم يقولون إن هذا هنا قصص متناقضين، لا بد أن تكون حداثاً صادقاً والآخرى كادته وانصافه هي انصافه ثانية لأن كل ما يمكننا معرفته هو معطيات تجربة والواقع يقول بلانك - إنه ليس هناك أي ناقص بين القصص المذكورين ذلك لأن هدف العلم بغيرنا هو معرفة العلم الخارجي لواقع، العالم الذي يقف وراء عدم احساسات تجارب. وبما أن الباحث الميراثي لا يتوفر على وسائل أخرى غير ما تمده به تجاربه وقياساته،

(٦) Poincaré *La Science et l'hypothèse et La Valeur de la science*  
(٧) Max Karl Ernst Ludwig Planck *L'Image du monde dans la physique moderne*, (٧) méditerranée (Paris: Grasset 1963)

فيه شيء نفسه صوره عن هذا يعني حده به سحره والذي هو - كي يقول هينمو - كذا به  
رمو عليه أن يعمل على فكها وعطائها معنى إن موقف صاحب الفيربائي في هذا لصدد  
أشبه ما يكون موقف العالم لفيولوجي الذي يجتهد في فك معضلات وسفة فدعه نعلق  
بخصيصه مجهوله فإذا أراد هذا لأحرار لوصف إلى بيحه ما فلا بد له من أن يفهم كمنه  
إن هذه الوثيقه تحمل معنى ما وكذا إنشأنا ناسه رو الفيربائي. فلا بد له أن يفهم من  
لنسيم بوجود عالم خارجي واقعي بنفس وروا لظواهر حسيه التي تربط بينه وبينه وراسه  
هذه لظواهر ونما به معضلات معضلات، وبصياغتها في فوسين، شيء الباحث الفيربائي عند  
فيربائي محض فيه على أن عدم نفس المعطيات لبحرته يد هو وضعه مكان لعدم الواقعي  
خففي واد، هناك ثلاثة عوام هناك أولا، العالم الخارجي الواقعي لموضوعي اندي لا  
من لنسيم بوجوده، والذي لولا هذا لنسيم بوجوده كان هناك عدم وروا لنسيم بكونه  
بذلك، أن همه لأبحاث نعيمه قد تصعب من هذا بطن وهناك ناسا، عدم  
احساساتنا، أي الظاهر حسيه والمعطيات سحرته بي هي مثابه انشأنا في موردنا عن  
وجود ذلك لعدم الواقعي خففي وهناك ثلثا، عالم الفيربائي أي الصورة التي تقدمها لنا  
الفيربائي عن العالم، وهذا لعدم الفيربائي هو، على العكس من انجيلي لأحرار، من إنشاء  
المعكر الشري، ومحاول دومه الاستحسان بطننا معسه، ولذلك كان ذلك بعير ناسم  
ويحس ناسم ر أم وطيفه فيمكن لظهور إله من ويس رابيه العالم الخارجي  
الواقعي، ورواية عدم الاحساسات و لظواهر، فإذا نظر إلى من لرونه الأولى هنا إن مهمه  
هي فكها من حصول على معرفه كمنه، فقد لإمكان عن لعدم الواقعي أم إذا نظر  
إليه من الرويه ثانياه فإن وظفه سيكون محصوره في مقدم وصف بسيط بقدر لإمكان،  
عن عدم الاحساسات ومن البحث لأخير من هاتين الراويين، أو لوظيفة، لأن انواحدة  
منها، إذا أحسب بمرده، لا نكتفي على إن لعلاسه انشأنا في نفس بطننا من رابيه  
الأولى ويعقلون الراويه ثانياه، أم لوصفهم فهم، بالعكس من ذلك بطننا من لرونه  
الثانية ويعقلون الراويه الأولى وهناك فوس ثابت وهم الفيربائيون دوو انشأنا لأكسوميه،  
هؤلاء لا يهتمون ساسا تربط عدم الفيربائي وعالم لاحساسات بالعالم الواقعي، وروا بوجوده  
كل عابهم يروا لاسمح دخول عالم الفيربائي أي انكشف عن منطقه لداحلي إن  
عمل هؤلاء مهم، ما في ذلك شك، ولكن هناك خطر براقع محاولاتهم لأكسوميه هذه،  
وبمثل خاصه في افراح عدم الفيربائي من مادته ونحوه في صوره ندوب محوى

هناك، إدب، ثلاثة اتجاهات رافق الفيربائي حديثه لاتجاه الذي يقرأ في العالم الذي  
يشبهه الانسان عن الواقع، انصوره الخفيه هذا الواقع، وهؤلاء هم الفلاسفه  
التيهيريون، والاتجاه الذي يقرأ في عدم الفيربائي صوره علميا اخسي، وهؤلاء هم  
بوصفهم، وأخير الاتجاه الذي يحصر نفسه في العلم الفيربائي محاولا كشف منطقه  
بدحي وإبرار ناسفه واتساق أبحاثه، وهؤلاء هم الأكسوميون أم ماكس بلات فهو يروى  
أن هدف العلم هو تقديم صوره كمنه وصحيحه عن الواقع الموضوعي، الواقع بمعنى

سافيريكي ولكن لعدم لا يستطيع تقديم مثل هذه صورة، لأن كل ما يستطيع لعدم فعده هو تقديم صورة مسخضة من لحيته وإعلاء الظواهر، وفي تقريبه دوم ولكن كنه، في هذه، أن لا نقف عند هذا الحد، فليس عدم الخفي هو وحده عدم بوحيد سدي يكمن بصورة، بل هناك عدم آخر، تدب على وجوده حوادث مختلفة، الحوادث اليومية العادية، والحوادث العلمية وهذا عدم خفي الذي يقدم بل نفسه باستمرار، بوصفه تدب الحوادث، هو عدم الأخير الذي يجري وراءه عدم ولا خلاف بين موقف فيلسوف موقف لعدم متخصص في كون لأول يجعل هذا عدمه خفي ومطلقاً، في حين أن الثاني يضعه هذه أمارة

### ب - أميل ميرسون وليون برانشفيك

ومن أعلامه الفرنسيين الذين اهتموا في هذا بمناقش حول طبيعة نظرية الفيزياء ووظيفتها، ودور معرفه علمية بصفة عامة، أمير ميرسون Emil Meyerson، ١٨٥٩ - ١٩٣٣) وليون برانشفيك Leon Brunschvic (١٨٦٩ - ١٩٤٤)

يرى ميرسون " أن الفكر لسري لا يفتح، بطبيعته، بوصف لظواهر، بل نشد لأساس دوماً، وماريع انعم برنا بوصف د تفسير حوادث كان دوم على أسس ابتدائي التي اهم بها انعم والعلماء وهذه الفرعة الخفية التي سيطر على الفكر لشري والتي تجعل لظاهرة غير بديه هم تفسير حوادث، تحكي ليس فقط في امدعاء يسمر نحو مزيد من البحث، بل أيضاً في ذلك لأطمئنان الداخلي الذي يشعر به عندما يوصل إلى تفسير معنى للحوادث ب. هذا لأطمئنان هو وحده الذي تشبع بنت برنة

على أن يسأله، في نظر ميرسون، حسب مسائل دعه فقط، بل هي مأله ووقع يصا ذلك لأن التفسير في العلم أصبح حقيقة لا يمكن تجاهلها، فهي كل كتاب، ولدى كل باحث بعد هذا حصل إلى تفسير، إلى اقامة نظريات تفسيرية وإذا نحن قمنا باستقرار لعمل علم بوصف إلى هذه نتيجة، وهي أن يكون لا يكفي وحدها لتفسير الظواهر هذا ما يشعر به برحل العادي وللعالم المختص، سواء سواء ب. يكون يقوم بدور مهم في العلم، هذا ما لا شك فيه، ان تلك من اسبق ولسترة على ما يقع ومع ذلك فهي وحده لا يكفي لفكر بشري الظموح بطبعه، لا تشبع عينه بدائم نحو تفسير لظواهر ومعرفته كيفية حدوثها ومسببها

أما برانشفيك فيفسوف صاحب " لفسفه العقلانية العلمية"، فمصد كس مؤمن بالعلم معجماً، معارص سرعاب الوصفية وسرعاب لم غياته والروحية وكن لأجاءات

Emil Meyerson *De l'explication dans les sciences* (Paris: Payot, 1922), 92. A,  
Louis Lavelle *La Philosophie française entre les deux genres* (Paris: Aubier, 1942), 49.  
p. 177

يحيى ساد ميكانيكته أو أخرى من العمل ومن خلفه العنصر الذي قد بدأ به تعريفه الرياضي  
وحيى هي في نظره أعلى الحقائق وأسماها وأكثرها سحرًا فمن هذا الاسم

يعارض بر تشكك الأخاهات الوضعية بحدده، ويرى أن علم التجربة مباشرة لا يصح  
أكثر مما يصدقه المنطق، بل بالعكس من ذلك، إنه علم غير وسطي «عدم إنتاج بدو  
مفاهيم» كما يقول سبور. وعلى الرغم من أن التجربة ضرورية لت الاتصال بالعلم  
الواقعي، فهي لا تكفي وحدها. إن ما هو مهم في «الكشف» لعلمي يعود إلى تفسير  
الحوادث، لا إلى مجرد استعراضها. والتجربة لا على عيب نوع بنفسه بل على وجهه، بل  
إنها لا تستطيع أن تفصل في الفرضيات بكتبة بآلة، فليس هناك تجربة حاسمة كما دعى  
يكون، وبما يصح تعلم يشهد على ذلك. وقد كان دور العمل مهم وأساسي، والمعرفة بعينه  
تجدد العمل كما تفرصه عليه من احتكاك موصول مع طبيعته، لشيء إندي يمكنه من ادراك  
الواقع بحدده وبما عو لم يرد د رخانه بزيادة نمو قدرة العقل على التحكم على الأشياء. إن دور  
العقل ونمو العوالم التي يشهدها العقل بوسعها لتجربة بآلة شكل مادي، العقل يسمي  
المعرفة العلمية، والمعرفة العلمية بدورها سمي قدرات العقل على التصور والحكم

من هذا يتضح أن بر سبقت إذ ساعد لتجربته بمختلف أساليب لا يسي بعقلانية  
الكلاسيكية كما هي، بل إنه ينتقد كذلك جميع الآراء التي تعتمد أن أسطره الفيزيائية  
الرياضية يمكن أن تنمو وتطور بواسطة سادى وحدها، دون تدخل المادة لطبيعتها  
فثبت محاولات التي كانت تهدف إلى تطبيق النموذج الميكانيكي للعلم على قضايا فيزيائية  
الخرئية. إن بعضه جميع حوادث الخرائط سطلب مصاعفه عدد الفرضية الأولية مصاعفه  
مستمرة، وإلا بقي النظام النظري صورياً محضاً لا علاقة له بالواقع

وبخلافه يعارض بر شعبه الأخاهات بعقلانية بحدده، والاتجاه الأكسيومي في  
الفيزياء، والنزعات الوضعية باختلاف ميولاتها، والاتجاهات لروحه ذات السرعة لصوفية،  
وفي مقابل ذلك كله يحاول بناء نظريته في المعرفة تقوم على الربط بين بداهات الفكر وعمليات  
الحقيق التجريبي، في إطار مثالية ذات طابع خاص، مثالية تربط الوجود بالمعرفة وتختصر  
مهمه الفلسفة في «معرفة معرفة» أي في بعد المعرفة

### خامساً مشكلة الاستقرار

يمكن لقول، بصفة عامة، إن جميع المناقشات التي عرضها في هذا الفصل والعقل  
الإنسان، والتي كانت تدور حول المعرفة بعينه وحدودها ونظرية الفيزيائية ووضيعتها،  
كانت تطرح، صراحة أو ضمناً، مشكلة فدي - حديده، منطقية - فلسفية - إستمولوجية،  
مشكلة الاستدلال التجريبي بوجه عام، وأساس الاستقرار بوجه خاص. والأساس، في  
الحقيقة، يسمى واحد

Léon Brunschwig, *L'Expérience humaine et la causalité physique* ([s l e n] 1922) (١٠)

لقد كتب آراء السابقة بغير أن هذه المشكلة من بداخل أي من دحل العمل العملي ذاته. وبعبارة أخرى كانت انقصية مطروحة عن مستوى الاستيمولوجيا بداخله أو الخاصة. أب لأن مستعرض نفس شكله من الخارج، أي عن مستوى الاستيمولوجيا الخارجية أو العامة. كانت لأشكاله المطروحة عن المستوى الأول تنحصر في هذه السؤالات كيف تكون المعرفة العلمية؟ وحدث ما عايناه في الفصول السابقة حيناً استمرصنا حصول السماح التجريبي وخصائصه، وسنه الدخيل وأساسه لعامة. مستقيين هكذا، من الوصف الخارجي للسماح التجريبي إلى تحليل عملياته وهيكله الدخيل العام، إلى مناقشة أسسه ومبرراته. غير أن «مشكلة الأساس» هذه، قد عرضنا لها في عدد الفصل و فصل السابق في صدر عم، اطر وانوفوف عند لقواسم أو البحث عن الأساس، من جهة، والظربة لمربائيه وحدوده، ووطيها من جهة ثانية.

أما الاشكالية مطروحة عن المستوى الثاني، وهي ذات طابع فلسفي واضح، فتصنع عادة كما يلي: ما الذي يجعل العلم محكاً؟ لماذا نحج مذهباً؟ لماذا ترفق الظواهر الطبيعية مع طريق في التفكير؟ أو لماذا تقى الطبيعة حاصعه، أو على لأقل موصه، مع القواسم التي يستخلص منها؟ إن الاشكالية التي طرحها كانت وحاول حلها في كتابه نقد العقل الخالص.

نعم إن هذه الإشكالية تطرح في عموميتها مشكلة علاقة الفكر بالواقع، وذلك ما عايناه في لفصلين أربع والخامس من هذا الكتاب، غير أن مسألة الأساس المطروحة هنا، في مجال البحث التجريبي، هي أخص من ذلك. إن مشكلة «أساس الاستقراء» في يد بعينه هذه المشكلة؟

يبر عادة في الاستدلال من الاستدلال الاستقراحي Raisonement deductif والاستدلال الاستقرائي Raisonement inductif. ولأساس لدي يقوم عليه النوع الأول هو مبدأ الهوية أي تساق الفكر مع مبه، وعدم تافعه. وبما أن الاستدلال الاستقراحي يتناول صوريه الفكر، فإن لتعب بمبدأ «هوية مكفي لصها صحة النتائج، من للاحية التصور طبعاً. ولكن الاستدلال الاستقرائي يتناول معطيات لبحرنة، فهو يتقال من حوادث حرة إلى قانون عام. الحوادث الخرنية موجوده في الطسعة أما القانون العام فهو من إنشاء الفكر. وها تطرح مشكلتان استيمولوجيا: مشكلة «أولى»، هي مشكلة الأساس الذي يعتمد عليه في عمية الاستقراء التي تقتر بنا إلى القانون العام. مشكلة ثانية هي مشكلة الضمان الذي يضمن عمية القصر هذه، أي الانتقال من خرنئي إلى الكلي، من حوادث المرصية إلى لقانون العام. وبعبارة أخرى تطرح مشكلة وأساس الاستقراء، مسألة من مستويين مختلفين.

١ - مسألة الأولى منطقية استيمولوجية، يمكن العمل عليها كإلى م هي مسألة لآخرى - غير مادية منطقية الخاصة بالاستدلال الاستقراحي - التي يربكر عميها الاستدلال

البحرسي (= لاسقراطي) وإذا كانت هذه المبادئ متعددة فكيف يمكن رجوعها إلى نوع من بوحده؟

٢. المسألة الثانية تسميه محض، وتلخص في سؤال ثانٍ ما الذي يسمح به باعتبار هذه مبادئ مبادئ صادقة ومبدأ يؤسس صدقها في نفوسنا؟

لقد طرحت هذه المشككة في مصهرها لفلسفي، أو - ما طرحت، في الفكر الإسلامي، وحدث أثناء المناقشات الكلامية التي دارت بين الأشعرية والعلانية وكان أبو حامد الغزالي أول من طرح المشككة بمعنى في مناقشته لأدلة الفلاسفة حول مسائل مساهمة نفسه تتعارض - ظاهرياً على الأقل - مع المصطلح الإسلامي<sup>١</sup> عبر أن الأطار الذي طرحت فيه م يؤد إلى استنتاج من بعب محدود محدود هذا الأطار - ما في لعصر الحديث ولقد كان دافيد هيوم D. Hume (١٧١١ - ١٧٧٦) أو من طرح المشككة في طار فلسفي معري<sup>٢</sup>، - إطار مبدأ السببية بوصفه ينصص، في من واحد، فكرة ثبات القوانين وفكرة عموميتها

سواء هيوم فائلاً لمبدأ يعتقد في مبدأ السببية؟ إن فكره ثبات القوانين الطبيعية وأطردها بـ فكره حادثة، وليس كذلك سيمه برهان مسطحي - قد يعاد إلى الاستعراء بعبه مؤسس على مبدأ السببية؟ وقد فلا يمكن تأسيس ثبات لقوانين على الاستعراء لأن المشككة لمطروحة هي أساس الاستعراء بعبه<sup>٣</sup> وأمام هذا باري م نجد هيوم بعبيراً آخر فلسفية عمر ذلك بدي فـ بـ الغزالي من قبل، أي إرجاعها إلى العادة والاقتران - قد اعتدنا مشاهدة لحوادث تنو بعضها بعض، فاستخرج من هذا الاقتران من حوادث م بعبه «السببية» هذا في حين أنه لا شيء يجعل «فـ بـ الحوادث» أي حدوث ملاحقة عند حدوث أنسائه، فـ بـ صـ وريـ فـ حدوث لاحتراق بعب، حسب بعب بعب، وهو بعبه م قـ بـ هيوم، عند وجود النار، لا بوجودها

لقد نقل هيوم ذلك، لسيه من مبادئ حوادث الطبعه إلى مبدأ بعبه فالرأسطة السببية - وهي ترجع إلى العادة - قائمه بين أفكارنا، لا بين لظواهرنا، والضرورة ليست في الأشياء، بل في الفكر، وهكذا حول السببية موضوعيه إلى سببية ذاتيه تقوم على توقع م سيحدث في المستقبل على أساس ما جرى في الماضي وأمداً مشكك في هذا توقع هو «تداعي المعاد»، لا حصوع الطبيعة بعبوا السببية - والسببية هي بـ لا شيء بعبم بـ طراد صحة هذا التوقع، أي أطراد فـ بـ بعبيه، وبالتالي لا شيء يؤسس العلم، سلك هيوم)

١) Roger Banche : « La Méthode expérimentale et la philosophie de la physique » collec. ١٦) par L. ١٦ Paris, Armand Colin, ١٩٦٩

٢) أبو حامد محمد بن محمد الغزالي كتاب الفلاسفة تحقيق أبو - بوبج مع مقدمة لأبي بحري بيروت: مطبعة الكائناتيكية، ١٩٦٢ مسألة أنسائه عـ بـ

٣) D. Hume : *Enquête sur l'entendement humain* : édition, André Le Roy, Paris, ١٩٤٦

ذلك هي النتيجة التي أبطلت كانب من سانه، فخرج منهن على امكانية العلم، من ناحية المطلقه، بعد أن لاحظ أن الامكان الواقعي للعلم شيء يؤكد الرباط بين العلم وطبيعته العلم موجود كواقع، ولا يتم إلا سرهه المطلقه على مكانه وجوده، وهذه سرهه سطلق من تحليل المعرفة المطلقه على امكانه وجوده، وهذه الرهه سطلق من تحليل معرفه العلميه قصد كشف لعنصر أو عناصر التي جعلتها ممكنه فعلاً

ومن أجل الوصول إلى هذا الهدف بدأ كاتب بالتمييز بين أحكام التجربه، وأحكام الإدراك الحسي، أي التمييز بين المعرفة العلميه، وبين الانطباع الحسي التي تسبقها إن كانت فلاحه، نادى دي ساه، أن مصدر معرفه العلميه، أو التجربه - بالمفهوم الخاص لذي يعطيه كانت لهذه الكلمه والذي سيصبح في ما يلي هو تلك الانطباع الحسيه ذاتها، ولكن هذه وحده لا تكفي بل لا بد من صافه صيغه يقوم بها الفهم (أو الدهن) لسحب الاحساسات إلى معرفه - أو تجربه - ذلك لأن تركاات حسيه لا نستطيع في تجربته، أي في شكه من العلاقات بينها جميع، بل إن حصص لبعض الشروط التي يفرضها الفكر على الروابط القائمة بين الأشياء ومن هنا كان الفهم Entendement مشرعاً

وهذه الشروط هي عبارة عن مبادئ، هي في ب واحد، تركيبه وفهمه هي تركسه لأنها ليست صوريه محض كالمبادئ المطلقه وهي فهمه لأنها لا تستخلص من التجربه، بل هي شروط لتجربه إن أحكام العلم أو فهمه - حكم موضوعيه يتفق أساس كهم عليها ناداه؟ لأنها تضمن مبادئ قلته ومبروريه هي ما عناه المقولات أو المقام (صور لرمز وسكان، ومقولات) أم لعله التي يقول بها هيوم فلا يمكن أن تؤسس براف موضوعاً، بل، فقط، برابط ذاتي بالاحساسات

ذلك فكره موحدة عن نحن لذي افهمه كانت لمشكله التي نجر صدها، ولا تحتاج إلى لتذكر هنا أن كانت قد أسس فلسفه على فهمه، سوس منه على فكري برمز مطلق، لكن مطلق، ولا يحتاج كدس إلى سذكس ان الهندسات فلا وظيفيه من جهة، نظريه سسييه من جهة اخرى، قد هدعت هذه الأساس الذي سس عليه كانت فلسفه لربما ابتدائية هذه وقد برمد أن بشر فقط إلى أن يحويه وكانت بصوي على حصاً مطلق، وهذا ما كسب منه لا يتعدى إلى وجهه بها من جانب مدافعه الوضعيه، وعلى أنهم Reichenbach

يمكن صياغه محوره ذات صياغه مطلقه كإي بي

١ - صحه الاستدلال الاستقرائي برمز عما افهمه فوائس الطبعه

٢ - فوائس نظريه مفرده لأنها أحكام تركيبيه قنيه

٣ - إن افهمه فوائس الطبعه برمز عنه صحه الاستدلال الاستقرائي

هذا النوع من البرهه بطوي على حص مطلق في سطر يشاس و ساطفه موصحي عموم، والمقصيه بطرحها على هذا الشكل إن كانت قصيه ف سترم قصه اخرى، فإن



فساد انقصيه لثانية يستلزم فساد القضية الأولى، ولكن صحة الثانية لا تستلزم ضرورة صحة الأولى وبعبارة أخرى إذا كان فساد النتائج يؤدي إلى فساد المقدمات، فإن صحة النتائج لا تؤدي ضرورة إلى صحة المقدمات فكذلك من نتائج صحيحة نستنتج من مقدمات فاسدة هذه قاعدة منطقية أساسية، في نظر منطق لوصفيين، لم عزمها كانت فهو يستنتج من كون صحة الاستدلال الاستقرائي يستلزم اطراد قوانين الطبيعة، إن اطراد قوانين الطبيعة الذي اعتقد به برهن على ضرورته - يستلزم صحة الاستدلال الاستقرائي وبعبارة أخرى يستنتج من «صحة» النتيجة، وهي «اطراد قوانين الطبيعة»، «صحة» المقدمة وهي «صحة الاستدلال الاستقرائي» وهذا غير صحيح ضرورة والنتيجة هي أن مشكلة التي طرحها هيوم بقى، كما كانت، بدون حل

من هنا يتضح ما لاد يعارض لوصفيون المحدد الظروف لتفسيره ويخلصون وظيفة نظريته لغيريائه في دمج القوانين الطبيعية بعضها مع بعض وإرجاعها إلى أقل عدد ممكن من أعداد الرياضيات البسيطة ولو صحة ذلك لأن المعرفة انعمية معرفة تجريبية، ليست ضرورية ولا نفسية لأن أساسها هو الاستقراء والاستقراء يعطيان احتمالات وترجيحات، لا معارف يقينية ولذلك كان انعم يصف ولا يفسر

وبكي سحب المنطقة بوصفها المستوط في شك الذي وقع فيه هيوم، محاولون تزيير الاستقراء، لا لزمه على صحة ونسبي يطرحون فيه نسبة في اطراد من أوسع، نظير الاحتمالات والاحصاء يقول بيرس Peirce «إن ما يعطى للاستدلال الاستقرائي قيمته هو أنه يستعمل طريقة من شأنها، إذا ثابرتنا على اتباعها بكيفية مرصنة، أن تقودنا، بقوة طبيعة الأشياء نفسها إلى نتيجة تقترب، مع طول الزمن من الحقيقة اقتراباً متزايداً» إن هذا يعني ما لا يستطيع تأسيس الاستقراء تأسيس برهاني، لأن كل ما بإمكانه فعله هو تزيير استعماله، وحدثنا بطور إله فأحسن وسيله عتنيكه، وعكس من توقع المحدث، وأنه علاوة على ذلك يعمل هو نفسه على تصحيح نفسه باستمرار

وبمثل هذا الرأي يذهب بيشاج، فهو يرى أنه إذا كان من محال، كما يقول هيوم، نبرهنه على صدق حكم الاستقرائي، فلا أقل من تزييره، حتى لا نوقفه في موقف هيوم ما كفيه هذا التزيير فشرحه. بيشاج كما يلي

حكم الاستقرائي في نظره - شبيه بالبرهان وهو لا يبرهن عاصداً بل على أساس ما يوفر عليه من معلومات حول موضوع البرهان وهذه المعلومات هي نفسها التي نرى تصادعها في برهانها وقد يصحح لديه خطوط البحث، ذهب في برهان إلى مدى بعيد، وانعكس بالعكس وهكذا فموقف من الطبيعة نفسه تحت موقف مرهق في سياق حين إن كره معلومات تصحيحه التي توفر عليها هي التي تدفع إلى الاعتقاد في

صحة الحكم الاستقرائي ولكن ذلك لا يعني القبول، بل المرجحان فقط ويجب أن لا نسي  
أبداً أن الحقيقة التجريبية ليست سوى درجة عالية من الاحتمال، وأن خطأ التجريبي ليس  
سوى درجة من الاحتمال المنخفضة.

إن نظرية الاحتمالات قد دلت - يقول ريشنباخ - على حدوث خطأ عميق في تفسير  
نقصنا لعلمية. إن لقضية أنني تتحقق حوادثي محتمل حدوثها، لا يمكن تأكيدها كقضية  
حقيقية، ومع ذلك فمن أحد من لا يصر من هذه القضية عندما تتحقق الأمر عشوائياً في  
المستقبل، وهذا يرجع إلى أن مصفوفات العمل، وإن لا تستطيع انتظار حدوثه حتى يحدث،  
بل إننا نجد أنفسنا مترددات في شأنا، من حدوثها، وبالتالي سيكون علينا أن نسي  
تصرفات على هذه القضية المعقدة.

إن هذا التصور الخاطئ للتصديق المنطقي بقضية لعلمية يصبح لنا واضحاً وسهلاً معاداة  
مشكلته الأساسية، مشكلة الاستقراء. وهكذا نجد تخيب عن طيب الحقيقة كماهية، وإذا  
تمسكنا عن التصديق بقضية التجريبية بوصفها قضية صحيحة، فإننا سجد أنفسنا أمام  
امكانيات كثيرة للتفسير الاستقرائي، هذا الأمر الذي فشل الفلاسفة العظماء في فهمه. إن  
الاستقراء يقدم لنا درجة خياله مدعوم إلى نراهه بعد اعتماد أو ذلك. إن مقدار التردد من  
نفسه درجة الاحتمال.

ويميز ريشنباخ بين التفسير الانطولوجي والتفسير الاستقراحي عند الاستقراء وهو  
يرى أن هيرم قد برهن عن استحالة التفسير الانطولوجي أي استحالة برهانه على كون الحكم  
الاستقرائي يعبر تعالاً عن واقع طبيعي. أما نحن - يقول ريشنباخ - فننظر إلى المسألة من  
زاوية إبستمولوجية، ونحاول تمييز معرفتنا للطبيعة حول رشاخ إلى الظواهر التي ندفع  
عنها يمكن صياغتها بالشكل التالي:

«إن امكانية التنبؤ بمتغير امكانيه تصيب حدوث شكل يجعل نكر عميق  
الاستقراء يؤدي إلى استحاح. وبناء على هذا فإن قيمة سماح الاستقرائي لتطبيق هي الشرط  
ضروري لإمكانية التنبؤ. ويمكن القول أيضاً: إن كذب التنبؤ ممكن، فإن الطريقة  
الاستقرائية هي الشرط الكافي للحصول عليها. قد يكون هناك طرق أخرى تمكن من التنبؤ،  
ولكن لا نعرفها، وبدون ذلك الاستقراء بانهية إنه هو السماح الضروري للحصول على  
تنبؤات»<sup>١٥</sup>

على أساس هذه الدرجة في تدرج الاستقراء وندفع منها عمدة التناطعة لوضعها على  
أشياء «منطق للاستقراء». هذه لا تبيان لطريقته والطرق التي تمكن من الامتناع من

(١٥) Hans Reichenbach «Causalité et induction» *Bulletin de la société française de philosophie*, juillet-septembre 1937, pp. 38-44.

هانس ريشنباخ، شأنا الفلسفة العلمية، ترجمة فؤاد زكريا (القاهرة: دار الكتب العربية، ١٩٦٨)، و  
Carl Gustav Hempel *Eléments d'épistémologie*, traduction de Bertrand Saint-Sernin, collection  
L. 209 (Paris: Armand Colin, 1972).

خوارج حركته إلى العصور، أو من فرضية إلى مفهوماً، انتقالاً نفسياً، كـ حاد. يتكون وجود سبورتا ميل من قبل، ولا يترجمه على مستوى حادي نتائج المقدمات، ولا صياغة لقواعد مني مكتشفات يعول. انج كلاً إلى هدف «منطق الاستقرائي» هو - كما يقول كارناب - تقرير الفرضيات التي يقع عليها الاختيار، على أساس معطيات استقرائية بني بيت عليها. إن موضوع هذا المنطق الاستقرائي ليس هذه معطيات نفسها، ولا الفرضية التي نسجم معها بل العلاقة بينها، أي توجب في مدى تقرير اندي تقدمه معطيات فرضية وعنده أخرى ن موضوع منطق الاستقرائي هو العلاقة منطقية تنحيزية لمخصص التي تقوم بين قضيتي و مجموعتين من لخصاب، العلاقة التي لا سوف صدها على حقيقة التحريية بتقصيلتين فقط بل على علاقته انصورية القائمة بينهما ومن به فإن ما يهتم به هذا منطق، بالدرجة الأولى، هو نوع للتأكيد سطحي اندي منه سيجد بمقدمة

ولي هذا لصدد غير كارداب بن ثلاثة أنواع من التأكيد

أ - التأكيد الانجابي. فعدم يقول مثلاً، إن «ع يؤكد ب» أو «ب تعتمد على ع» فلا يعني بذلك سوى تأكيد العلاقة بين «ع» و «ب» لا بيان خصائص كل منهما

ب - التأكيد بالمقارنة، وذلك بالمقارنة بين فرضية وسببها وفرضية أخرى وسببها مثل ع يؤكد ب مما يؤكد ع، ن، «أثبت» المقارنة بين فرضيتين وسببتي، أم من سببها وفرضيتين، أو بين نتيجتين وفرضية

ج - التأكيد الكمي، وهو إعطاء تأكيد مقدار عددي، وديك بالقول مثلاً، إن هذه النتائج تؤكد هذه الفرضيات بـ مئة مئة مئة

هذا المنطق الاستقرائي يريد به كارداب أن يكون أساساً منطقياً للإحصاء عند بيع الاحصاء كنعم درجة عالية من التقدم، مثلي أن منطق الامساحي اندي سببه اسل وهو يهدف قد «أصبح» أساساً لمراجعات

هل سيسمح منطق كارداب لاستقرائي في ما فشل منه منطق راسل الامساحي؟

لكنك تقول هـ إن المنطق لا يؤسس العلم، بل بظلمة وسن بن آخره بعد فست عادية راسل في تأسيس الرياضيات على المنطق، لأن المنطق لا يمكن أن يقدم بالرياضيات عنصر خصوصي والمنطق الاستقرائي اندي اسسه كارداب لا يكفي تأسيس العلم، لأن نعم يقوم على الاكتشاف، على الاندح والخيال، ولا ندخل منطقاً لا لنظم هذه مكتشفات ونصدها

يعني بعد ذلك أن العلم لا يدره من مطلقين

١٦) بطرنا لكارداب في *Blanché La Méthode expérimentale et la philosophie de la physique* pp 355 et

الاعتماد في وجود العالم الخارجي وجوداً حقيقياً مستقلاً عن إدراكنا ولا حسابات  
والقوى الفكرية

الاعتماد في أطرافه على الطبيعة وثباتها

دون هذين الشرطين لم يكن هناك علم أما كيف سيُتوصل موضوعه العالم الخارجي  
وكيف نحن مشكله فترد علينا لطبيعة هذه القضية على أنها في حيز الأثر ونظور بعكس  
رياضي) الفصل الخامس، في ضوء الأبحاث المعاصرة في سبب ونظريه لرامر



القسم الثاني  
تطور الأفكار في الفيزياء



لعل أهم مشكل محوّر حول الأفكار في الفيزياء - الكلاسيكية منها وإحدىثة - خلال جميع مراحل تطورها، مشكل المتصل والمتصل بمعني بذلك طبيعة تركيب المادة بمحتف تجسّاتها («المادة الصلبة»، الحرارة، الكهرباء، الضوء، هل نقوم على الاتصال، أم على الانفصال؟ هل نقل استحرقة إلى ما لا نهاية له أم أنها تنحل في الأخير إلى أسرار لا تنجراً»

وهكذا يمكن القول، بصفة احتمالية، إن تاريخ الأفكار والنظريات في العلوم الطبيعية هو تاريخ الصراع بين هذين التصورين المتضادين المتعارضين وقد قامت الفيزياء الحديثة على أساس محاولة «التوفيق» بينهما وتجهيزهما في تصور واحد وسعالج في الفصل الخامس قصة هذا الصراع في الفيزياء الكلاسيكية، فيزياء ما قبل أوائل القرن العشرين، على أن يعالج في الفصل السابع قصة هذا الصراع نفسه في الفيزياء الحديثة، حيث نجد أنعداداً جديدة رعرع العلم الكلاسيكي كنه (لثورة الكوانتية)، وذلك بعد أن مرّح على نظرية نسبية التي سحخصها الفصل السادس الذي سعالج مظهر آخر من مظاهر تطور الأفكار في الفيزياء ذات صلة وثيقة بسياق تطورها العام





## الفصل الخامس المتصل والمنفصل في الفيزياء الكلاسيكية

### أولاً: مفهوم الاتصال والانفصال

نستعمل كلمة «متصل» Continu في اللغة العادية كوصف لشيء لا انقطع فيه بقول  
عن الصوت أو الجيل أو الربط البياني إنه متصل، ونقصد بذلك أنه يشكل كلاً واحداً،  
لا مجموعه أجزاء، على الرغم من علمنا أنه يمكن التحرك إلى ما لا يحصى من الأجزاء

وفي الاصطلاح الفلسفي نستعمل الكلمة في نفس المعنى تقريباً، غير أنها هنا قد  
تستعمل وصفاً لشيء أو سبأ لواقع معين، وفي كلتا الحالتين يقصد به ما يشكل واقعاً، أو  
موضوعاً، غير ذي أجزاء متغيره كالامتداد عدد ديكارت مثلاً

وفي الرياضيات نميز بين الهندسة وموضوعها لكم متصل والحساب وموضوعه الكم  
المنفصل وقد عالجنا مشكل الاتصال الهندسي في الرياضيات في الجزء الأول من هذا  
الكتاب، سواء خلال العرض، أو خلال النصوص

وعلى العموم، فالمتصل، واقع وحيد، يمتد ويستمرس إما في المكان وإما في الزمان،  
ليس فقط لأن أجزائه متداورة متلاحمة، بل لأنها أيضاً مشدودة إلى بعضها بعضاً بقوة ذلك  
لأننا نعتبر دوماً، كما يقول بونكاريه، وجود رابطة بين عناصر متصل، رابطة داخلية  
صحيحة تجعله كلاً واحداً وعن العكس من ذلك لأشياء، المتمزكة أو المصروفة، فهي  
متفصلة Discontinue، ولا توصف بالاتصال عن الرغم من تمسكها، مثلاً، تألف من حبات  
الحركات متساوية التي يصغر الفاصل بينها إلى أقصى حد فالمسحة، مثلاً، تألف من حبات  
ومن حيث يتنظم هذه الحبات حبات لمسحة تشكل واقعاً متصلاً، لأنه لا يمكن أن نريد  
في عددها أو نقص من إلا بوحدة كاملة، أي حبات كاملة، أم لحيط الربط سب فهو  
متصل، لأنه من الممكن الرباط فيه أو الانفصال منه بمقادير صغيرة، دون أن يكون هناك حد  
لهذا الصغر، إذ يمكن أن ننصغر المقدر إلى ما لا نهاية له

وإذا انتقلنا الآن إلى الفيزياء حيث يستند أغلب أمام صعوبات متصالية، سنلاحظ  
أنه يظهر في هذا الميدان أيضاً، بعضها يعتمد مفهوم الاتصال وبعضها يستند على مفهوم  
لا انفصال، الشيء الذي يعبر عنه في تدريج العلم الحديث به شكل متصل وانفصال، فإما إذا  
نقص، بانفصال، هذا الشكل في ميدان الأبحاث الفيزيائية؟

بصورتنا، نرى دوراً في «المتصل» والمتصل هو شكل ذات «التعاضد»  
الكلاسيكي بين العصر البسيط الذي لا يحرك، وبين متصل بقدر للقيمة والعصر  
البسيط غير القابل للقيمة هو، في العلم الحديث، ما يعبر عنه بالقيمة «ح» من المادة، أو  
«ح» من الضوء، كالتحولات والالتحولات والفوتون. هذه «ح» تكشف لنا عن نفسها ككيان  
فيزيائي غير قابل للقيمة، قادر على أن يقوم، بذرة، بحدث رد فعل أو أثر يسري في حيز  
من المكان يمكن تحديده وصنطته بالتعريف، وطوراً ينادى للطاقة أو بالحركة أو بالهوية (حين  
لا يصعد مع غيره من الكيانات «هائلة» له)، مما يجعله يظهر كوحدة ديناميكية مستقلة. إنه  
العصر المتفصل الذي يبدو أنه يشكل فعلاً، في أعماق العالم الفيزيائي في العصر، الواقع  
النهائي والآخر، وبالعكس من ذلك الممتد متصل لقابل للقيمة، فهو في ظروبه الحديثة  
واللحمية، على السواء، «الحقل» Le champ، أي مجموع الخصائص الفيزيائية التي تحدد  
وتغير، في كل لحظة، عنصف نقاط المكان، التي يعبر عنها، «باصط» بواسطة دوال متصلة على  
العموم، أحد ثنائيات «الزمان والمكان»

وربما كانت مشكلة الاتصال والانفصال قد اُخذت في الحسبان، خاصة مع قيام  
الفيزياء الحديثة في أوائل هذا القرن، فيها قد سيطرت منه لعدم على الفيزياء التي دار،  
خلال تطور العلم، حول طبيعة المادة «تجريباً» و«نظرياً» استعرض «تدريج» هذا  
انتقاش، ومن خلاله سكتف بنا أن نرى من أجل تطور الأفكار والتجارب في العلم  
الكلاسيكي

## ثانياً ذرات الفلاسفة وجواهر المتكلمين

كان ديمقريطس أو الفلاسفة اليونانيين الذين عدتو عن بذرة «فلسفة» صانع مدماً  
مادياً درياً متياسكاً يقوم على الانفصال. لقد قسم ديمقريطس الوجود لـ «المتصل» ذات  
المحسوس الذي قد به «المتصل» من قبل، إلى ذرات لانهائية العدد، هي جميع خصائص  
الوجود المادي من حيث الصلابة والخلود، ذرات متفصل بعضها عن بعض كحركة في  
الفضاء (أو «مراع»)

وهذه الذرات، كما تدعى على ذلك سمها في اللغة اليونانية، عذرة عن «الانقسام»،  
لا يرى بالعين المجردة، صلبة لا تقسم ولا تتعد، وإن اختلف بعضها عن بعض في الشكل

(١) Louis de Broglie. *Continu et discontinu en physique moderne* (Paris: Albin Michel, 1949) p. 8

والوضع والترتيب وهي في جانب ذلك تحرك باستمرار في جميع الاتجاهات، فلا سقط إلى أسفل لأنها غير ذات وزن. كانت هذه الدرات كمن يقفون ديمقراطيس مشرقة، في سادى الأمر، في «خلاء اللاهياتي»، ثم تجتمع المنشآت منها بواسطة حركة الدوامة **Tourbillon** فتشكل منها لعناصر لأربعة (أ، ب، ج، د، هـ، هـ، هـ، هـ) ومن هذه العناصر تألف الأحكام باختلاف الأحكام، إذن، إنما يرجع إلى اختلاف الدرات التي تكون منها، وليس هناك شيء في الوجود غيرها وما تشكل منها من حركتها فهي من ذات نفسها لا من قوة خارجية، فكل شيء يسير بحتمة لقانون لطبيعي وكل يصدر عن سبب وبالضرورة.

سواء تصور مذهب ديمقراطيس، ولكنه أدخل عليه تعديلات، أهمها ما يتعلق بحركة الدرات، يرى أبيقور أن الدرات تحرك حركتين: حركة في الخلاء كمن يقفون ديمقراطيس، وحركة أخرى داخلية، وهذا ما هي عنه لفهم بعد لصدمة. وهكذا فحركة الأحكام كمن تدور في ساحة حركتين، حركة الدرات داخل نفسها، وحركتها داخل المركبات التي تشكل الأحكام. وما كانت حركة الدرات رجعة إلى طبيعة الدرات نفسها، لا إلى قوة خارجية، فهي أرليه ذات سرعة واحدة وموجهة إلى أسفل. وأكثر من ذلك فهي ليست حركة مستقيمة بل تعرجاً بعض الانحراف، الشيء الذي يسمح بتلاقي الدرات، وبالتالي بتشكيل الأقسام. وقد أدخل أبيقور هذا الانحراف في حركة الدرات ليتمكن من تفسير حرية الإرادة البشرية. وهكذا ففوائس الطبيعة ضرورية، ولكن لا انحراف عدم محدد، أي حرية.

هذا منحصر في ح في الفلسفة اليونانية يصعد الدرة. وقد كانت هذه الآراء قائمة على مجرد لحظي والملاحظة لعلمه، فلما مع ذلك قد أثبتت مشكلة تركيب المادة. وعلى الرغم من أن هذه المشكلة لم تطرح طرحت عميقاً إلا مع بدء الفيلسوف الساسع عشر - كرسى - فلقد طلت مع ذلك قائمة بتأويلات فلاسفة. وقبل الحديث عن مسكنه كمن طرحت عدد المفكرين المسلمين وفلاسفة عصر النهضة الأوروبية نلاحظ أن القول بالانفصال (نظريته ديمقراطيس) يؤدي إلى الخيبة والضرورة، شيء الذي دفع أبيقور إلى القول بالانحراف بعد الحرية. ومنظور ختمة مرتبط بالانفصال كمن يرى في عدم الحديث.

أما في الإسلام فنجد خاص الحكيمون في مسألة الدرة، وبمفسرهم الجوهر الفرد أو الجزء الذي لا يتجزأ. ومثل استصوابهم في هذا الموضوع من الفلسفة اليونانية ومن بعض المذاهب الهندية - كمن يقول بعض فيلسوفين - فهم قد صاغوا مذهباً يتجلب من بعض الوجوه عن المذهب السني، نظراً لاعتبار الدين والكلالية التي طرحوا في إطارها قضية دهره.

ذكر مؤيدو الفكر الإسلامي أن المذهب الغلابي شيخ معتزلة، هو أول من قال في الإسلام بجزء الذي لا يتجزأ، أو الجوهر الفرد (مادة)، وبصفته بأنه لا حول به ولا عرض ولا عمق، ولا حيز فيه (يسيطر على مركب) ولا فراق (لا يفسد)، وأنه يجوز أن يجتمع عدة أو يفرقه، وبأنه لا بد له من أن يتجزأ نصفين، ثم أربعة، ثم ثمانية إلى أن يصير كل جزء منها لا يتجزأ. وهذا الجزء الذي لا يتجزأ لا يقبل من الأجزاء إلا بكونه

و حركته والسماح - حتى يد اجمعت لأجزاء (سنة على الأقل، لأن الجسم يتكون من سنة أوجه كالمكعب مثلاً) صارت حبة، وحينئذ يقل لآخر من الأخرى مثل سرائحة ولبون ولصم

و قد نبى الأشاعرة، عموماً، فكرة الجزء الذي لا بحرأ، فقالوا إن لعالم الحسي عباره عن أجسام والأجسام جوهر وأعراض والخواهر الفردة متباينة، غير منضلة إلا لا حجم لها وكي سموا الأجسام إلى خواهر فردة لا امتداد لها، فسموا اسمها كذلك إلى اسباب لا مدة لها فملكها والبرهان، كلامها عارة عن أجزاء منضلة بينهم فروع، جزء لا يعمل بعضها في بعض ولا يفعل به (لأن بعض الحتمي في رأيهم هو الله، ومعلوم أنهم هو جزءه الارادة المشربه وقالوا بالكسب، فالقدره التي يفعل بها الانسان هي من الله، ولكن الانسان، تكسب أفعاله أي سأل عنه وسحمل نتائجها ونظرية انكسب هذه عامصة، وسندت فقال وأحمى من كسب الأشاعرة)

واقرء القدم معربي وبعض متكلمي الآخرين بالقول بأنه لا جزء إلا وله جزء، ولا بعض إلا وله بعض ولا نصف إلا وله نصف، وأن الجزء حاشر بحركته أمداً، ولا عابه (لا هبة به) من الجزء، ومن سائح التي تروى على تكرار نظام بحره اندي لا يحجرأ استحالة حركة وقطع المسافة (كي فان ريبون من قبل)، ولكنه تعجب على ذلك بالقول، بالظفرة، ومعناه أن الجسم قد يكون في مكان ثم يظهر (يعبر) منه إلى مكان سادس أو لعشر من عبر مصي بالأمكنة المتوسطة بينه وبين لعشر

هذا وبعض النظر عن الاعتبارات الكلامية ولندسه التي وجهت ادعاءهم في هذا المجال هذه لوحجه أو نكت، فلقد ناقشو موضوع بده وأدعو فيه آراء ومذاهب لا يخفى من لعرفه من ذلك رأي القدم في الظفرة بدي يذكرون نظرية تكوّن، وروي خلال الدين لرومي منصور بدي يروي عنه قوله إذا طلبت على لفترة مستحدها عارة عن شمس بدور وحولها الكواكب والحقوم، وهو بدي بدي بالصور الحديث ثم كيب لدره كي سري ديت بعد ولكن عدياً أن لا يساق مع هوى فعمد، إلى مقاربات لا يبره منطق ولا لاريج فالإطار اندي طرح فيه مسألة الدره سو، عدد علسعه بيوت، عدد المتكسب في الإسلام عيم الاط الذي طرحها فيه لعسم حديث هذا فضلاً عن أن الصور بهذا رأي أو داء م يكن في المعصور لعديه والوسطى ناك من لبحث لعدي بدهم كان بدهم وبأيد نظرية فلسفيه أو ثويل ديني، بغيراً يعتمد شمس لا التجربة ومع ديت، وفي هذا لإطار نفسه بحث أن سو بأصانه رء لتكرير سمس التي حدود بعض مستشرفه أن يرطوها بكعبه تعصبه دار، بيوتات

### ثالثاً. الدرّة كعرضية علمية

بعث مذهب لندري من حديث مع الفلسفه حديثه في وروب، بهء من بصر السبع عشر، فذهب الدرّة «شكل أو بحر في انصريات والأنساق لفلسفيه بي شيدف

فلاسمه العصر الحديث (ديكارت، مالبرش، جاسندي، بيس) وكيف بقيت عند هؤلاء، كي كانت في القديم، حاضره لأعداد مبالغيه، وحتى لعنه الذين تحدثوا عن لدره في القرنين التاسع عشر، و ثامن عشر، فإن حديثهم عما لم يكن ميباً على تجارب عميه، وإك كانوا يصرون في ذلك عن صوب من الخدش هيمي قد كدو سبب في الدرب كيهاب وحضائض حسيه نفس احساسات الاسان مختلفه كسدوق وشم و سوب و لاحتاس وحراره وبروده

ومع بدايه نقر التاسع عشر دخلت الدره في لأبحاث الكيمائيه كفرصه عميه مكبت من تفسير بعض الظواهر تفسير بسيط ومقبولاً عدد طان انكيماتوب سد معروفه نك على بعض الأحسام البسيطة مثل لأكسجين و هيدروجين و سحاس و ليد و اكتشفوا أن داب هذه الأحام بسيطه نكحد في بيها حسب نسب دقيقه نكده لشكل مركبات نكحد درجه بعينه، مركبات سميت بالخرشبات، *Molécules* ومن هذه خرشبات نكألف نكحد الأحسام

وهكذا فبد كان القدماء قد تصوروا لدراب على أنها عباره عن وحدات بسيطه ميبه عر فاده بلانقسام، نكده وحادده فإن الخرشي عده عيه لقرن التاسع عشر كان عباره عن حره صغر جدا من نكاده شبه نكرة صغره مكنوه وكنه بلامتداد و خرشبات عدهم مائله لا يؤثر بعضها في بعض إلا حين صعداسها، أما حدها فصغر جداً، وأما كتابها فاده لا تغير، وأما حركتها فمشوشه يتم في المرق ذوب اتجاه مصوط

كان العام الانكليزي دالتون (1766 - 1844) أول من طرح مسألة الدره طرخاً علمياً (عام 1808) لعداسوحي راء الدين سبقوه، وبدأى به التفكير إلى الاستنتاج لنك إذا سلمنا بأن لكل عنصر بسيط، كاهيدروجين مثلاً، ذرة نوعية خاصة به، لزم أن يكون لكل ذرة نوعية وزن خاص بها، لأن الأحسام (وهي تركب من الذرات) تختلف في الوزن، ورم كذلك أن يتم اتحاد الذرات كيمائياً حسب علاقات محددة مصبوطه، وبالتالي يصبح من الممكن استخلاص الأوزان الذرية بمقدرة العناصر البسيطة بعضها مع بعض م يصبح في الحال للرهنة علمياً على فرضية لدره

هكذا دجن «الوزن الذري» كمفهوم أساسي في الأبحاث الذرية يومئذ وبأنه، يكن من الممكن يومئذ وزن لدراب وخرشبات نكبه مباشرة، فهي من الصغر واندق بحيث م يكن من المستطع لامتلاكها بوسائل القياس الموفرة، فقد لجأ العني، إلى طريقة لمقدرة تحديد الأوزان الذرية الخاصة بالعناصر البسيطة ونما ان هيدروجين هو أخف هذه لعصر، فقد بوضع العلماء على نماده وحده لقياس فأعطوا كثنته العدد 1، وتماربه بيه لعاصر معروفة مع هيدروجين تمكّن العلماء من أن يسو إلى ذره كل عنصر وراً حصاً فأعطوا لأكسجين مثلاً لعدد 8، لأنه أثقل 8 مره من هيدروجين، وأعطوا للكربون لعدد 12، لأنه أثقل من اهيدروجين 12 مره، والعصه 16، لـح وهكذا أنشئت لائح لعاصر بسيطه مرتبه على نحو الساق أي حسب أوزانها الذرية، هذه الأوزان التي هي

عبارة فقط عن أعداد مجردة تعبر عن النسب بين ذره الهيدروجين المتحدة كوحدة للقياس ودرت العناصر التي يرد تحديدها أوراها للفترة ومن هنا كان التحيز الأهم في الصفحة هو «العدد الذري» لا «الوزن» وهذا ما سيعمل به في بعد

نبت كتاب الخطوة الأولى في البحث العلمي في مبدئ منه أما خطوه ثانيه ولأكثر أهميه فقد قدم بها لعدم بروسي ماندليف (Mendeleev 1834 - 1907) الذي بوصف في تصنيف لعناصر كيميائيه تصيفه على شكل جد لأسس بي قام عليها نظريات خمنته حول تركيب المادة. لقد لاحظ ماندليف عام 1869 أن بعض خصائص عناصر النسيطة تظهر دورياً كخصائص كيميائية لديه. لقد رتب مختلف عناصر معروفة يومئذ حسب كتلتها (وزنها) بترتيب تزايد تصاعدي فلاحظ صافرة عريضة، وهي أنه ابتداء من عنصر سابع يظهر عناصر شبيهة من وجه كتلة العناصر الثمانية الأولى، لشيء الذي كشف عن سبع دورات تنظم مختلف لعناصر المعروفة (يومذاك)

وهكذا أقام ماندليف تصنيفه مشهور على مبادئ أساسية الثورن المبرري والكافؤ كيميائي. فرتب مختلف العناصر المعروفة في وفه حسب وزنها الذرية تزايداً تصاعدياً ابتداء من هيدروجين الذي وزنه 1 إلى لأور يوم الذي وزنه 238، مرعاً في نفس الوقت الكافؤ الكيميائي الذي يظهر دورياً تزايداً حسب لعناصر هذا الشكل وهكذا أسساً قائمة منطقية معتمدة الخانات، وضع في الخانات لأفقيه عناصر مرتبة حسب أوزان الذرية، ووضع في الخانات العمودية نفس العناصر لكي لها نفس الكافؤ، أي شبيهة كيميائياً. وقد صيغر ماندليف الذي رجع تصيفه مراراً إلى ترتيب حانات فترعة في لانتخته، حانات محددة خصائص بعض العناصر لكي كانت معروفة بوضوح، وقد كشف لبحث العلمي عنها في بعد، مما أكد صحته تصنيف ماندليف

وهكذا وجدت الكيمياء طريقها نحو التقدم بفضل «فرصة» سدره وخرقته، ولكن رغم ذلك بقيت سدره شتاً مجهولاً مما جعل كثيراً من العلماء ذوي الميول لوصفه بعاصوب نقول بفرصية سدره إلى أواخر القرن الماضي وأوائل هذا القرن تعتبرها «فرصة مبهمة» وإذا كان بعضهم قد عرف بساطة نظريته لسدره وملاءمتها فيهم لم يكونوا يفلحون الصواب بوجود سدره وجوداً واقعياً يدعوى أن لسدره لم تكشف عن هذا الوجود

(٢) الكافؤ هو سباع ذره من عنصر ما سدره أو أكثر من ذرات هيدروجين. هذا عيب سدره من عنصر ما مع ذره واحدة فقط من هيدروجين يسمى ذلك العنصر وحيد الكافؤ univalent. وإذا وجدت ذره عنصر ما بذرتين من هيدروجين سمي ذلك «عنصر ثنائي الكافؤ» Bivalent. مثل الأكسجين الذي يتحد ذره منه مع ذرتين من الهيدروجين ليشكل منه مركب جديد هو الماء  $H_2O$  ومن على ذلك الأجسام البي يفان. عيب ٣: ثلاثية أو رباعية الكافؤ

## رابعاً النظرية الحركية للغارات وإثبات وجود الذرة

من الملاحظات التي عرفها د. نج. بعدم أن البحث في موضوع ما حل حل طر مع كثير من تعرضه صعوبات لا يمكن حيا حل ذلك لإطار، فخلص بأن في مجال من حيث أن حر، الشيء الذي يدل على ترابط ظواهر طبيعه وأخرتها، برصد عضوي. وهكذا فثبت وجود ذرة من يحقق حل ميدان البحث في العناصر وبوكيها أندري، بل في فرع حر من مروع بصيراء هو خراة

لقد حرب ملاحظات عديدة من علماء العرب ثامن عشر حول طبيعه حر د. وكانت نظرية «موت» و«نسيلا» Les fluides سائدة منذ قرون. فخره نسبت كاد من جسم إلى آخر لذلك قالو «موت» بلاء المروع للوجود من ذرات لأجسام ساحة وفير مثل ذلك بالنسبة إلى الكهرباء، كما يرى بعد قس. وهكذا كانت نظرية «موت»، وهي لقائمه على الانصب، بصر طبعه حرارة والكهرباء والمغناطيس

وبخصوص الحرارة ظهرت نظرية جديدة يقول «ب. حرره مظهر من مظهر الحركة، فحرارة جسم ما نشأ عن حركة حرشاته. وبذلك نشأت نظرية أخرى بصر الحرارة بالانصبال. لم يكن من السهل الفصل بين النظريتين ما دام أن الحار لم يؤكد هذه النظرية. وبذلك عبر أن لنظرية لقائمه على الانصبال سرعان ما تلف صفة قاسية عندما لاحظ امسود Rumford عام 1798، وكان مختص في صناعه المدافع، أنه بالإمكان أحداث الحرارة بكميات لا محدودة، الشيء الذي يعني أنه يجب مجرد انتقال «مائع» من جسم لآخر، بل هي شيء يمكن أحداثه والزيادة في كميته. وكان ذلك مطلقاً بنظره جديدة علميه هذه مرة، النظرية الحركية للحرارة

يعرب هذه النظرية باكتشاف كارنو Carnot (1796 - 1832) وجود ثابت بين الحرارة والشغل. وقد أكد عدم لأدي ماير R Mayer (1814 - 1878) هذا التناسل، إذ ستضع أن يصح مبدأ تعادل الحرارة والشغل مما يمكن استنتاج لا تكليفي حول Joule من تحديد لقيمة الحسية لتعادل الحرارة والشغل والنص النظرية جديدة مؤداه أن الحرارة طاقة لا تحذف عن غيرها من أنواع الطاقة، كاتطاقة الميكانيكية، بل بعد توصل إلى اكتشاف بالغ لأهمية، اكتشاف قانون تحول الطاقة (الطاقة ميكانيكية مثلاً تحول إلى طاقة حرارية، والعكس صحيح). وهذا دحض كنهه طاقة Energie فامرس العدم ككائن عيني ضروري، وظهرت فكرة حفظ لصد، أي بقاء لصد، في منظومة معينة، ثابته دوم فهي تحوّل من شكل إلى آخر

وهكذا أصبح مفهوم الطاقة ملازماً لمفهوم المادة، وكلاهما محصين بغير الحفظ، حفظ الطاقة، وحفظ مادة، بمعنى أن المنظومة المعينة لا يمكن أن يفقد شيئ من مادته وطاقته. أما بغير الوحيد سبب، في التصور سائد يومئذ، فهو أن المادة هي ورن، أما الطاقة فلا ورن



هذا من بعد ذهب بعض العلماء إلى القول لا يوجد إلا الصداقة وسمى كمصنف باسمه، وعلى هذا الأساس قامت نظريته بصفة Energetique التي تُعرف بأنها في الفصل السادس

هذا من جهة، ومن جهة أخرى استلزمه جدد فكره كان قد قام بها بعد تروبي D. Bertholot سنة ١٧٣٨، وكانت ترمي إلى تطبيق قوانين التوازن على التعداد المتساوي من الخريشات في تكملة بها التعريفات التي تعنى هذه الفكرة على يد كلود بوسون (Lussac) (١٨٣٦ - ١٨٨٨) وحاول تطبيقها وهكذا فبدأ بصورتها التي أتت على أنها عبارة عن عدد هائل من الخريشات تتحرك في اتجاهات مختلفة ويصدم بعضها بعضاً، يمكن التفكير في طريقته بساعة على قياس سرعته هذه الخريشات وبأنها كثيرة جداً، ودفعه جدد وبدأت حركات عشوائية، فإن الطريقه التي من شأنها أن تساهل على قياس حركتها، هي الطريقة الاحصائية، أي بحث عن لمرعة بالتوسطة هذه الخريشات بنفس الطريقة التي تحدثها بموسمها انماها شعت من لشعوب وهذا لاغير مستكور لحرارة نوع من الطاقة المتكاثرة لانه من حركة الخريشات فحرارة لعدا، مظهر حركات الخريشات، وربعاً درجة حرارة معناه جدد سرعته الخريشات

وهكذا فمن خلال البحث في طبيعة حراره بطلاقاً من فرضية الخريشات، أخذت هذه الفرضية تنمو وتؤكد وتجدد أعداد جديدة، التي يدي يروح بالآتي فرضية بدمر ومع ذلك، فحق ما رتب في مصنف الطريقين فبدأت من وجود الخريشات وبسببها، انماها، لا بد من حصول عليها عدماً، بطريقه أو بأخرى وهذا ساهل فرضية أخرى دوراً أساسياً في تاريخ بدمر بها فرضية أفوكادرو وتضمنها كما يلي

كل العام الفرنسي عي لوساك (Gay Lussac) (١٧٧٨ - ١٨٥٠) قد توصل إلى صياغة قوانين بسيطة تصف ظاهره عند التعريفات، ومن قبله بعض عي وجود علاقة ثابتة وبسيطه بين الأحجام الغازية، ومركباتها عني أن حجم حديد يمكن ضغط مسداده بوسمها خمس لأويين فقط تأمل أفوكادرو Avogadro (١٧٧٦ - ١٨٥٦) - وهو عالم إيطالي - هذه الخففة التي كشف عنها عي لوساك وأدلى سنة ١٨١٩ بفرضية مشهوره حيث أنه قال إن بفرضية التي تحظر في الدهن لأول وهلة، ولي سدو أنها وحدها المقبولة، هي أن الأحجام المتساوية من الغازات المحتتمة تشمل دوماً - على نفس العدد من الخريشات وهذا يعني أن الخصائص الكيماوية للخريشات الغازية لا أهميه لها هذا طلالاً (للاحظ هذا أن الخريشي ما رل فرضية، ولكنه أصبح أساساً لا عني عنه لقيم فرضيات أخرى والنصوص إلى كشوف علميه حديثه)

بب هذا الفرضية التي أدق بها أفوكادرو دوراً كبيراً في بدمر معرفه انعميه وأخذت أهميتها تزداد بوقت بعد يوم، ثم جعل الخرجه إلى شأنها بحريه حاجه منحه وبعد محاولات متكرره تمكن انعام الفرنسي جان بيري Jean Perrin (١٨٧٠ - ١٩٤٢) في مد به هذا انفراد من تحديد عدد الخريشات التي تشمل عديها حجم معين من الماء (هو 22.4 لتر) وهذا اختبر هذا حجم لا اعتبارات لا محال بلدحول فيها هذا، فكشف بشكل دقيق عن أن 22.4 لتر من

أي صار، كيمي كاد، إذا أخذ في ضغط 76 سم ودرجة حرارة انصهر، يشمل على عدد مضبوط من الخريشات هو العدد  $10^{23}$ ،  $6 \times$  حريتي (أي 60 مصافاً إليها 23 صفاً من اليمن !)

هكذا أصبح عدد أفوكادرو حقيقة علمية، وصار في الامكان قياس كتلة حريتي من لعار فاب دقيماً وهكذا أيضاً تأكدت فرصة دلو، وأصبح حقيقه علميه رغم تحفظات لوصيين، كما أصبح في الامكان تقديم مفسر صحيح حركة براون<sup>(١)</sup> (نسبه إلى لعلم سيني الانكليزي راون Brown (١٧٧٣ - ١٨٥٨)) وأكثر من ذلك أصبح في الامكان تفسير كثير من خصائص لأحسام كالمصلاية والسيوية فهذا جسم صلب لأن حريثاته ميا يمكنه بقوة، وهذا جسم سائل لأن حريثاته أقل تماسكاً، يسري بين شيء من الفراغ، وذلك جسم عاري (عار) لأن حريثاته مفضيه بعضها عن بعض تمام لافصال، فتحرك في اتجاهات مختلفة، وترداد حركتها يارتفع درجة الحرارة فالحلولة إذن ناتجة عن حركة الخريشات والجسم لصب سائل لأن حريثاته تتحرك في مكانها (تندبد) والجسم سائل سحر هو الآخر لبعض لسيب، ولكن حركة حريثاته أكثر حرية، أما حريثات عار فهي كما قد سمعته عن بعضها وحركتها غير منتظمة

أصبح فرصة خريثات حقيقة علمية، وتأكد بالتبلي وجود الدرات، لأن الدره مركب الخريثات إن هذا يعني أن الخريتي نفس القسم فعلاً إلى ذرات فهل تقل الدرّة نفسها القسم كذلك!

كان القدماء يقولون إن الدرّه لا تقسم لأحد سالتعريف «لا تقسمه» أما علمه لقرن التاسع عشر فقد قالوا قد يكون من الممكن قسمة دره من لأوكسجين مثلاً، ولكن ما يحصل عليه بعد القسم سيكون شيئ حر غير لأوكسجين!

من هه بدأ البحث في بنية الدرّه وسيكون طريق انباء إليها لا العاراب ولا الخراقة، بل الكهروماء والتحليل الكهربائي

### حاصساً الطريق إلى بنية الدرّة

لعل أول ظاهره كهربائية ومعاطيسية لاحظها الناس قديماً هي حاصية الخدب التي تمرد بها بعض الأحام كالعلم والخر المعاطبي العبر محمد لس وعبره من الأحاسم

(٣) لاحظ الباحث انساني لانكليزي براون عام ١٨٢٧ في خبيثات انديفه نبي يبالغ منها حد أنواع طفاخ انبي كان يدرسه، سدوه عذب في صحر من اداء ويظهر إليها بدمكروسيكوب، دائمة حركة تتحرك في اتجاهات مختلفة ويشكل عشوائياً على الرغم من هدوه بده هدوه ماما ، يمكن براون ولا معاصره من مفسر هذه الحركة، إذ كان لا بد من منظر مرور بولتين عامه حو تكمن النظرية لحركة لبعاراب على حد حال دراهن كما ردا بعد مكث هذه النظرية من عشاء نفسه بسبط ومعقول حركة براون هذه دنت ان حركه خبيثات الطفاخ كما نوجه إلى حركة خبيثات اداء هذه تقديف بل في اتجاهات مختلفة (ماء يتدفع مثله من العاراب من حريثات تتحرك

فخصه المائله عدم يحد نقطعه من الصوف، واختار المغناطيسي تحدث لأخره لصعوره من قباب الحديد (براده حديد) ويقول مؤرخو العلوم إن الفيلسوف البيروني صايس (لقرب لئسادس قبل الميلاد) هو أول من حاول إعطاء قسم هذه الظاهره العربيه، إذ قال إن لعصر وخجر اعطاطي روح قادره على حدد الأجسام المجاوره (اسرعه لاجيائه)

كان هذا كل ما عرفة هذه، ورجح انقروب الوسطى عن كهرويه ومعطيس، وهذا كل ما ورثه العلم الحديث عن عدم القدم في هذا الشأن، بالإضافة إلى تسميه (العصره) بالعه يونانيه تسمى «الكتروب» ومنه اشتق اسم لكهرويه باللغة لأحب Electrine، و«خجر المغناطيسي» تسمونه «مانييس» ومن هنا كعبه Magnetism = معطيس) ولم جاء لقرب سادس عشر، القرب الذي شطت فيه الأبحاث لعنيمه تحريبيه بالمفهوم الحديث، كان لطبيب الإنكليزي جيمز (libert) (١٥٤٠ - ١٦٠٣) لوب من اهمه بتداسه حاصه خدب أني نصفها بعصر - في مواد أخرى كالرجاج «الكرب» وباده انصمعيه لصوريه وغيرها من الأجسام المائله التي أطلق عليها يومئذ اسم Idio-électrique من بعصر عه ليوم - «الأجسام العارله»، وذلك في مقابل الأجسام الأخرى التي يسميها حاصه الخدب بلث، والتي أطلق عليها اسم Anélectrique (ما بعصر عه ليوم - «الأجسام ابوصنه»)

في الأمر عند هذا الحد، إلى أن حل قرن السابع عشر، قرن نيوتن والحدديه ولتفسير الميكانيكي لظواهر الطبيعة، فأخذ العلماء يحاولون فهم حاصه خدب التي يسميها كل من العلم «خجر المغناطيسي» بطلاق من فنون الحدديه، وسرعان ما لاحظوا نوع من «لكهرويه» «الكهرويه» «الرجاجيه» التي تحدث بدلك الرجاج، والكهرويه «الصمعيه» التي تحدث بدلك لعصر، كما لاحظوا كذلك أن خمسين لعنيمه هم نفس النوع من الكهرويه يعترفون إذ يبدأ أحدهم الآخر، في حين يتحدث أحدهما للآخر هما كهرويه من نوع مصدر

ومن هاتين الملاحظتين انصدف الأبحاث في الكهرويه ومعطيس معاً، وكان العلم الفرنسي كولومب أول من توصل عام ١٧٨٥ إلى تحويل لظاهرة الكهرونيه إلى مصدر كمي فيزيائي سواء الشحنة، كما يمكنه من حسط شحجات الكهرونيه بواسطة قلوب مسوحي من فانوب الحدديه الذي صاغه نيوتن - اما عن طبيعه الكهرويه فقد ادى تشابها الفيزيائي الأمريكي في بنكلان (Franklin, ١٧٠٦ - ١٧٩٢) بقرصه، عن عرار بقرصيات التي كانت سائده يومئذ، فقال إن لكهرويه عباره عن مائع (أو سب) fluide سري بين الأجسام بشكل معص - وعدم كشاف لعنيمه أن الحرره ليست مائله كما كان يعتقد، بل هي سببه حركات خرباب، أي أنها من صيغه منفصه لا منفصه، أصبح من الطبيعي أن يساءلوا لا يكون الكهرويه نفس قائمه على لافصال؟ أنسب هي الأخرى عباره عن حبات منفصله كبدده والخره؟

طفت الأبحاث في الكهرويه من هذا انصو الحديد، ووصل هيموتز He motz عام ١٨٨١، وسطه جارت سجيل كهروياتي ذو ملاحظه طريقه، وهي أن الأيونات أو

لشوارد) ions، وهي أصغر جزء من المادة يمكن إطلاقه، تندفع مفصلاً ومنقطعاً، ولم يحضر  
 إلا بصنع سبائك حتى أكدت نظريته لشوارد هذه أن الكهرباء هي فعلاً عبارة عن حبات  
 منفصلة تندفع منقطعة متتالية وكان لعدم لايرسدي سوى Stonny هو أول من افترض  
 سمية هذه الحبات الكهربائية «الالكترون» Electron (أو الكهرباء) ودبت عام ١٨٨١

إن الالكترون، في هذا المستوى من البحث، هو أصغر كمية من الكهرباء يمكن  
 الحصول عليها، وكان نظر إنه على أنه مثير عن الملاحظة، وأنه سجد هذه مقابلة ويمكن  
 هذا التصور سرعان ما تعدد إذ أصبح العلماء يصرون إلى لالكترون بوصفه حسيلاً مادي هو  
 نفسه، جسي لا يدع فقط ذو «لدره الكهربائي» بل أيضاً ذو «كوب الأساس» بلهذه  
 المادة سجل في «أخبار» الكهرباء (ميكرونات)

بصافرت بحارب كثيرة أكدت هذه الخصصه وكانت انحرافه الحاسمه في هذا المجال  
 هي بنت التي قام بها العالم الأمريكي ميكلمان Mulikan عام ١٩٠٩ ولها أكدت بكيفية لا  
 تقل شدة انطباعه الحسيه (لمقصده) الكهرباء بعد جند ميكلمان بده شحنة لالكترون  
 وكلفه وكشفت بحارب أخرى عن وجود لكترونات في الأجسام حتى ووكاتب أحساب  
 محببه لا يصير أية كهربه مما دفع بالعلماء إلى القول بأن لالكترون يدخل في تركيب المادة،  
 وأنه جزء أساسي فيها وهكذا تغيرت نظرتهم إلى الذرة فلم تعد غير قابلة للانقسام، بل  
 أصبح ينظر إليها كة، كشيء سالف من عناصر يقوم بينها علاقات ممتدة وبعدس في  
 بعد أن عدد لالكترونات التي شتمل عليها الذرات ليس وحداً دوماً، بل مختلف باختلاف  
 نوعية الذرات فذره هيدروجين شتمل على إلكترون واحد، وذره الأورانيوم شتمل على 92  
 لكترون وهكذا أصبحت العناصر السيطه تصف الآن حسب الأعداد الذريه (عدد  
 لكترونات التي تدخل في تكوين الذره) لا حسب الأوزان لدره الافره منه كي كان لشأن  
 من قبل

من هذا تطقت الأبحاث في لدره بمطور جديد بعد ساء لعلها بما أن لدره  
 حشر حياتي لا يرسل أية شحنة كهربيه، وقد أنها شتمل، مع ذلك، على الكرومات، أي  
 على كهربه سائله، فإنه لا بد أن يكون هناك «شيء» داخل الذره، شتمل على كهربه موجهة  
 معاديه للكهربه السائلة التي يحملها الكرومات وكنت لفرصيه التي أدى بها انعميه في هذا  
 لصدد هي أن الذره شتمل على نواة ذات كهربه موجهه معطل معقول كهربه سائله لتي  
 لكترونات

سوالب انحصيات حول بيه الذره «كأن بحجب - سيب - بنت سي أدى بها  
 روبرفورث Rutherford والتي حول فيها أن لدره أشبه ما تكون بالنظام لفلكي فكم دور  
 يكون حول شمس، بدور لالكترونات في لدره حول ساء وقد تأدى به هذا  
 الاله اصعب من أن أشعه لاسيه يمكن أن تخترق ماده شيء سدي لا يمكن حدوثه  
 و« يمكن هذا فرع من آخر، ماده يصعب أي من سبب

حدثت فيما بعد تبدلات على هذا بصور الفلكي لدره فلانكرومات - ح

نظرية لورنر تصدر كمية من طاقة باستمرار، مما يؤدي إلى عدم استقرار صرح لدرة  
 ذلك لأن الإلكترون الذي يفقد جزء من طاقته مضطرب سره فلا يبقى على مداره  
 الأصل حول النواة، بل سيسقط على النواة نفسها. كان لابد من ايجاد ذرة روبرتور، وذلك  
 ما قام به الدانماركي نيلز بور Neils Bohr

قال بور بنظره متكاملة، مما أسكه إلى درجة كبيرة، نظريه اصحبت بشكل النصو.  
 لرسمي لسه الذره. لقد افترض بور أن لكل الكرون عدداً من المدارات الممكنة، يجري  
 فيها دون أن تصدر طاقة ما. ولكنه عندما ينتقل من مدار إلى آخر (أي من محطة قارة إلى  
 محطة أخرى قارة)، هذا السب أو دات، فإنه في هذه الحالة، فقط، يصدر الطاقة أو يمتصها  
 بقدر معلوم (الكوانتوم، طفا نظريه نكوما نتي سترحه في الفصل ثالث) وفي عام  
 ١٩١٦ أدخل سومرفيلد Sommerfeld تعديلاً جديد على ذره روبرتور، إلا غير مسارات  
 الإلكترونات مسارات يضيوية لشكل، لا دائرية كما كان يفرض من قبل. ثم استعمل  
 نظريه اسيه في درسه حركة الإلكترونات حول النواة

لعل القارئ يلاحظ أننا نتحدث عن «ذرة روبرتور» أو «ذرة بور» أو «ذرة  
 سومرفيلد»، لا عن «ذره كما هي في حقيقتها» ولو فتح أن الأمر يتعلق بنموذج  
 «ذره»، ن بناء نظري افتراضي، بشكل حصه عدمية مؤقتة، لا حقيقه اصطوحه ثانية،  
 وتلك مسائله يستعمله أدات ونشر مناقشات حاده، خاصة من طرف ذوي ادره  
 برصحه مختلف عروها، «وذلك ندين بقوتهم، بل لا يعرف إلا طواهر لأشياء، و ندره،  
 لا لأشياء في دهم» ومعرفة هذه ساحة الملاحظة وأدوات القياس. وإذا فلا نأثر هذه  
 لأدوات ونظريه، ونسبي فهي معرفة عصر ذاتي سببي وسعود فيس بعد أن هذه  
 مشكله

ومهم نكن، فإن لهذه ذره ولكنيات ونسوه سأل من بروتونات Protons  
 ونيوترونات Neutrons. سمي جميعاً ذرات (نصغر ذره) Nucleons. وعنده هذه  
 ذرات وبو عها بروتونات ونيوترونات وعلاقه هذه نيت، كل ذرة تحف بحلقات  
 مدارات، أي بحلقات بعض صف إلى ذرة أن بروتونات ذات كهرة، موجبه، وهي  
 نبي بعض معطوب بكهرة، سابه نبي عكسها، الإلكترونات، وبذلك ندره حيايه (أي لا  
 كهرة، فيها) وحب أن يكون عدد الإلكترونات فيها مساوياً لعدد البروتونات. وهكذا  
 فمعدروا نحن مثلاً نعلم ذره على نكرون واحد، وبروتون واحد. ف بروتونات فهي  
 محب لا ذره فيها

وعلاوة على ذلك ذرات والنيوترونات والبروتونات، ولكنها ندره في تركيب الذره، كن  
 يوجد خارجها، اكتشف عتء عدد آخر من الجسيمات النقيضه حه لا ندخل في تركيب  
 ذره مثل بروتون Meson وهرون وهي بعشبات ذره رسمه أنصر من مح بصر كن كشفوا  
 أنكل لا ن من جسيم لاونه البديعه أنصر عتء سم مصادات جسيمات Les antiparticles  
 هي سنة ١٩٣٢ اكتشف بروتون لا كرون Position أي مصاد

بالإلكترون، بمعنى أن به نفس نكتة والشحنة التي للإلكترون ولكنه يحمل كهرباء موجبة وفي عام ١٩٥٥ - ١٩٥٦ اكتشف مصدر لبروتون Antiproton وهو جسيم له نفس شحنته ولكنه بي نفروترن ولكن كهرباء سالبة، إلى غير ذلك من الجسيمات الأولية الدفينة التي يعجز الخيال عن تصور صغرها وقصر حثاها

نقد تأكدت إد الطبيعة الخمسة للجسيمات، بعدد تأكيدات سالته إلى آخره وأصبح لدرة حقيقة علمية، لا كجره لا يجرأ، بل كبنية تتألف من جسيمات أولية وبدت صبح انصور انهم على الاتصال هو اسناد ولكن هل يعني هذ أن الانفصال قد أصبح في حركا ؟

هناك جانب آخر من البنية، قصة الصراع بين المتصل والمتصفر، الجانب الذي عرف هذا الصراع و صبح حاداً، والذي انتهى - مؤقتاً على الأقل - إلى حل تركيبي من المتصل والمتصفر، في حيز مجالات يتب معه الصراع بين النظرية لموحية وسفطرة الخريشة في ميدان الضوء

## سادساً طبيعة الضوء. الاتصال أم الانفصال؟

بدأ قصه عندما مع ديكارت الذي هم سألحت في البصريات اهتماماً رائداً فتوصل إلى صبط قانون انكسار الضوء La refraction (= علاقه بين حيز راويه سقوط وحيز راويه لانكسار ثابتة حاس حاك  $n = 1$ )، كما أدى بطريه نصر هذه لطاهاهه، وموده أن يصوء مكو من آخره صغره جدا سرعتي في لوسط الكثيف (الماء مثلاً) أكبر من سرعتي في لوسط الأقل كثافة (هواء مثلاً) وهذا لاختلاف في لسرعه هو سبب انحراف الأشعه (= انكسار الضوء) وعلى الرغم من أن سألحت انحراف كاسو يروا ب الاحتمال الحق هو انقول بأن سرعة الضوء في لوسط الخفيف أكبر من سرعتي في لوسط الكثيف، فون ديكارت عسك برأيه مشبه بكنسر ل ضوء عده مصادف في طريقه عاكف م بالكرة التي تصطدم بحجم من الأحسام ذلك لأنه كها كان العائق صبا كئيد كان رد الفعل أقوى (بالنسبة لاداب سرعتي ل ضوء) وقد أثبت لعلم في ما بعد خطأ هذه الفكرة

وعلى الرغم من أن ديكارت لم يعل نظريه الاصدار (النظرية الخريشة التي بعد انصوء عبارة عن حساب مقصده) كى متصبع هي بعد، إذ كان بعد الشعاع بصوبي مثانه عمود صاعظ يعل الضوء من الجسم المشع إلى العين (الشيء الذي سألحت بطريه العامة اني يوجد بين ماده والامتداد، ومن ثمة يعل الفرع ونقول بالاتصال)، على الرغم من هذ فإن في كبراً من اراءه ظل أسب نظريه الإصدار في عصره وقد ساهم نيون وصاعهي صياغه حديده كى صرى فيما بعد

(٤) يتعلق الأمر ه خاصه بتعبير طبيعة الضوء. متصل هو أم متصفر أما البحث في خواص الضوء ولواحيه، فقد كان يعرب في القرون الوسطى براسات متقدمه كتراسات من هيثم مثلا

من أبرز الباحثين الذين حاولوا تفسير طبيعة الضوء بعد ديكارت، العالم الهولندي هوغنس. لقد اتهم ديكارت بأنه يبي نظريته عن تردد التأمل انعكاس لا على وقائع علمه، ملاحظ أنه إذا كان الضوء هو في حقيقته حركة مادة ما، فإن من الصعب تصور به يتنفس في حركته حركة بكرة أو السهم ذلك لأن الأنسجة الصوتية التي سمعت من جهات مختلفة، معارضة وسيم سرعه عظيمة، لا يعوق بعضها سبر بعض، عن التردد من مضطرب، صدمتها. وكذلك فإن انتشار الصوت في هواء على شكل أمواج يوحى به بمعارضة لمساه في هذا ميدان تردد، فالضوء عبارة عن أمواج، (= متصل)

هذه باختصار فكرة هوغنس. ونكي يمكن من تتبع مناقشات التي دلت حواف لا بد من سدك ببعض الوقائع المعروفة. سبب تحرك صغير على صفحة ماء هادئة، رتبا ستلاحظ، ولا شك، حدوث أمواج تدفع منابحه انطلاقاً من لقطه لي سقط فيها حجر (مركز الموح). ب ههنا حركة في التي يتحرك إن قطرات ماء تنفي في مكانها ونكتفي بدمية عمودية، ويمكن أن نشاهد ذلك أيضاً إذا وضعنا قطعة من القطن (المرشي) على ماء. ففي هذه الحالة نلاحظ انطلاق الأمواج في اتجاه معين، في حين تظل قطعة القطن في مكانها تتحرك صعوداً وهبوطاً وإد، والحركة الظاهرة، ساديه للعين، هي حركة موجات، لا حركة الماء. والمسافة بين قمة موجة وقمة موجة متوالية ها هي ما يعبر عنه بطول الموجة. أما عدد دندبات الموجة (أي قطعه بعض في انتشار المساق) فيسمى التواتر (أو لتردد)

وواضح أن هذه دندبات رجعة إلى حركة الموجات. فعندما تكون قطعة بعض على قمة موجة ترتفع، وعندما تكون على قعرها تنزل. وإذا قرب ضوء على هذا الأساس أمكن لقول ب سرعته هي سرعه لندبات، أي التواتر والقانون الذي يحدد العلاقة بين طول الموجة وتواترها هو الثاني وطول موجة الضوء متناسل عكسياً مع تواترها. وهذا يعني إذا زاد طول الموجة من تواترها (= انخفضت سرعتها) ولعكس بالعكس.

وعلى الرغم من أن نظرية هوغنس تقدم تفسيراً معقولاً لكثير من لظواهر الصوتية، فإنها لم تستطع معارضة شديده من طرف نيوس، لأنها لا تتفق مع نظرية الميكانيكية العامة التي ترجع جميع أنواع الحركه إلى الفعل ورد الفعل. فقد نبى هذا الأخير الأصدار (أو النظرية

(5) من المناسب أن نذكر هنا أطوار موجات كي هي معروفة اليوم

هناك أولاً الأمواج الاداعية وهي ثلاثة أنواع: طويلة ويحاور طوب كل موجة ماب ألف من وموسطه (طوب موجاتها ثبات لأمار، بين مائه وألف) رقصه (طوبها بعشرات الأمار) ويسعمل لأجرح القصه في رادار كدب

وهناك أمواج الضوء المرئي وهي قصه جد في حدود جزء عشرة آلاف جزء من السنتيمتر (= ميكرو) وأطول، موجات الضربة هي موجة النوب الأحمر وأقصها موجة النوب البنفسجي وهناك موجات الأشعة تحت الحمراء وهي أطول من موجات نوب الأحمر مرئي، وهي لا ترى بالعين في أن موجات الأشعة فوق البنفسجية أقصر من موجات نوب البنفسجي مرئي وهي لا ترى بالعين كذلك

خسيمييه) التي تعبر الضوء عباده عن حبات تنقل في الفراغ، ومن ثمة تغير نفسه ميكانيكي وكذب حجة الأساسه لي يبرر ما ييوس معارضه نظريه هويغير هي أن هذه النظرية تقتضي فرض وسط تنقل عبره الموجات بصوتيه، لأن الموج لا يحصل في الفراغ (و الفراغ أو المكان خصب مفهوم أساسي في ميكانيك نيوتن) والوسط المترح هو «الأثير» وهو مفهوم عامض مناض ومن جهة يجب أن يكون «الأثير» نظيفاً وفقاً إلى درجه به يستطيع لأسباب عبر الأجسام لشفافه (بني يمر عبره الضوء) وبكه أيضاً يجب أن يكون صلباً إلى درجه كبره حتى يستطيع حترى أصعب لأجسام شفافه (مثل الزجاج) من أجل ذلك. فخص نيوس النظرية الموحه على أرغم من بساطه التفسير الذي تقدمه لظواهر الضوء معروفة في ذلك العهد، ولظواهر أخرى اكتشفها نيوس نفسه، وسعصى عليه تفسيره نظريه خسيمييه، ثم جمعها بعمد إلى «توسيع» نظريته، بشيء الذي افعهدها بظنها وجعلها تتفق وسحرى بحر النظرية موحه

من الظواهر لصوتيه المعروفة يومئذ، والتي كذب تفسر تفسيراً معقولاً وممكناً بنظريتين معاً، الخسيمييه والموحه، ظاهرة الانتشار المستقيم بصوء النظرية خسيمييه تفسر هذه الظواهر بكون المصدر صوتي ينثر حونه حرثات (أو حبات) صوتيه ينطلق على شكل خطوط مستقيمه هي، لأشعه الصوتيه لبي بشكل مسارب تلك الحرثات وسرعته هذه الحرثات في الفراغ، هي ما يعبر عنه سرعه الضوء. أما نظريه الموحه فهي تفسر هذه الظواهر بكون المصدر الصوتي ينثر حوله موجات تنتشر عبر الأثير، وسرعته تواتر هذه موجات هي سرعه الضوء

ومن الظواهر المدسطة بانتشار الضوء ظاهرة الظل يرى لعالمون بالنظرية خسيمييه به عندما تصعب حاجر، كالبورقه مثلاً، أمام حرمة من لأشعه صوتيه، فإن ظل هذا الحاجر يرسم على الحدر جافس وهذا في نظريهم دليل على أن الضوء ينتشر على شكل خطوط مستقيمه وينطلق معاًه أن قسماً من لأشعه قد معه الحاجر من موضعه حريقه نحو الحدر، مما يستند في ظهور الظلام عليه ويقولون أيضاً إنه بكون الضوء بسر موج لا كذب هبال ظلام يحاذي شكل لورقه تمام إذ من المعروف أن الأمواج معرج عندما يعرضها عائق، لشيء بلدي لا بد أن يؤدي إلى حدوث تشويه وانعوجاج في ظل انورقه يرسم على الحدر، وإلى عدم ظهور ارتباطها بركب صعب، بل تعرج ذات البعب ودات الشهب بنجوم حور مركب تتلافى أمامه كى كاذب وراءه

ورغم قوه هذه الحجة التي تفسد على الملاحظه حجه - وهذا في توقع صعب، لأن الملاحظه حجه كثير ما تكون مضلله في العلم - فإن أنصار نظرية سموج يدفعون هذه الاعتراض بفكرة سيؤيده العلم في بعد، وسكون من بين العواضل الأساسية التي بسعت نظريتهم من جديد وتمككها من البظرة لقد هالو إلى الورقه برس، بالمعمل، مثلاً على حدر ممثلاً لشكله، وذلك لأن حجم الوبه كبير جداً بانضاس إلى طوب اموجات صوتيه، فهي تقع للأمواج الصوتيه من الانتشار والانعراج مثلاً مع سببه كبره أموج بر صعب من



لاشدار والانعراج حولها. ولو ممكن مراقبه جسم صغير جداً في مستوى صغير انوجه بصوته  
سبحان الله هذا جسم لا يترك وراءه طلاء مستقر على شاشته، لان موجات بصوته ستكون  
حيث قدره عن أن تقوم حوله، كما سيحصل انظر يظهر منقطع (ظاهرة الانعراج) وسجده  
عنه بعد قليل) كان هذا مجرد حدس، ولكنه حدث صدق، وتسمي بعدم من جراء تجارب  
من هذا النوع، ولكن في بعد

ومن انظر هو بصوتيه المعروفة كحدث ظاهرة لأنهم لا وبهم هذا لنظريه الخمسة  
بالقول إلى خلاف الأولون راجع إلى اختلاف حساب بصوته، فهي تقتصر أن لكل نور  
حساب صوتيه معينه ذات شكل خاص وهذه نقطه ضعف من النظرية الخرجية فتفسر  
الألوان بشكل أسط وأكثراً معقوبه تقوى ب اختلاف ألوان راجع إلى اختلاف موجات  
البصوتيه المقصود بالألوان موجات صوتيه مختلف عن طول موجات الصوت المسححي مثلا وهذا  
لا بد من الاشارة إلى أن اللون الأبيض وكيف يكون كان يفسر ذات يوم نصف في بده عن  
مفرجه من ذات عرقه بنوره (عدسه راجحيه) فنعكس عنيها شعة الشمس، وتظهر فيها  
ألوان قوس قزح (الألوان البرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والبنفسجي) نفس  
هذه الظاهرة سببه وأحد يبحث في عن تفسير، فهدى إلى لفوف ب اللون الأبيض  
مركب من هذه الألوان لسيعة المذكورة وبحالات الضوء الأبيض في هذه الألوان السبعة.  
وهذا ما يعرف باللفوف Spectre راجع إلى أن الحساب لبصوتيه لي بأنفسه هي عذره  
عن مجموعات مختلف شكلاً وسرعه، كما فهمه عن يقوى بأن لكل نور من ألوان الطيف نوعاً  
خاصاً من حساب أم أنصار نظريه موجيه فهم يقولون ب اللون الأبيض هو ركب مركب  
الناتج من اندماج أطوال موجات البصوتيه بالألوان سبعة مذكوه

من هذه الأمثلة يبدو واضحاً أن النظرية بين مستبعدات، كلاً عن حدة، نفس الظواهر  
البصوتيه معروفة إلى عصر يونس ولكن هذا الأخير رفض هذه نظريه سموح، لأنهم لم  
قد لا تسخدم مع نظريه ليكانسكه بعمامه أيضاً لأنهم لا تقوى بوجود قزح مقوس كم  
يقوى هو، بل بخصر ديك لوسط العرب تسمى «الأثر» وهكذا كسب السباده عصره  
من الزمن طويته بنظرية الخسيمييه (نظرية الإصدار) وصيحت لهذه قزح أو برب النظرية  
المعروفه ب عميقاً وبالتالي أساساً بكثير من لاء والنظريات العلميه

بكن العلم لا يعرف لموقف ولا يحصص سطره الأشخاص والنظريات منها كان لقد  
استغنت نظرية هويغر من جديد عندما ظهرت ظواهر صوتيه عجزت نظرية الإصدار  
البصوتيه عن تفسيرها وأهم هذه الظواهر الجديده لي سمر النظرية موجيه ونكت في  
السيطره ثلاث لتداخل، الانعراج، الاستقطاب

كان لفسط لانكسري يونغ (1773 - 1829) أول من قام بحجرات أثبت  
ظاهرة التداخل Interference، المقصود بها ما يحدث من تعاضد بين امواج وانظمه على  
الشاشه عندما يركز عنيها حزمات صوتيه في شروط معينه وفي نفس الوقت يعرف كان  
صابط فرنسي و اسمه مالوس Malus (1775 - 1812) قد كشف ظاهرة الانكسار للضعف

La double refraction أو الاستقطاب Polarsation فقد كان سطر ذات يوم إلى أشعة الشمس وهي منعكس مرتين مرة على رجاح البواقد بفساده ها، ومرة على قطعه بلوريه كان يحركها بيده في اتجاه صورته قرص الشمس على البواقد. ان انعكاس أشعة الشمس عن البواقد أولاً ثم على البؤرة ثانياً كان يقتضي أن يقدم لناظر صورتي عن قرص الشمس ولكن لشدة ما كانت دهشة مالوس عندما لاحظ أن انعكاس أشعة الشمس على رجاح البواقد وعلى البؤرة التي في يده لا يقدم له سوى صورة واحدة لقرص الشمس أم لصورة ثانية فلم يكن يظهر إلا عندما تحرك البؤرة حركته دائرية، وفي هذه الحالة تختفي الصورة الأولى، الشيء الذي يدل على أن انعكاس الضوء بعير من خصائصه في ظروف معينة وذلك هي ظاهرة الاستقطاب التي اكتشفها مالوس صدفة، مثلي كشف بيوس من قبل وبالصدفة كذلك، ظاهرة لطيف إن الصدفة في العلم تلعب دور كبيراً

أم ظاهرة الانعراج (أو الانحراف أو الحيود) La diffraction فهي نفس ظاهرة لي تحبها أصحاب نظرية الأمواج في ردهم على نصير نظرية خسيمية بخصوص لظل فتقد ثبت فعلاً أن الجسم الصغير الذي يلمع في صغره مسوى صغر امواج بصوتية لا ترسل طلاً منتظماً، ثم ثبت بعراج الأشعة كما بعراج الأمواج دائية

نصير هذه الظواهر لثلاث مسعصية على نظرية خسيمية، على الرغم من المجهودات التي بذل بيوس لتصير ظاهرة مماثلة كتشفها نفسه، ظاهرة وخرجات الصوتية الملونة Les anneaux colorés. فبعد لاحظ بيوس أنه عندما يسقط ضوء أبيض على صفحة رقيقة مثل صفحة الزيت على الماء، أو كمية قليلة من هواء محصور بين صفحتين من زجاج، يتحوّل - هذا الضوء الأبيض - إلى حلقات، أو خرمات، ملونة. وذلك ظاهرة أساسية من ظواهر التدخل بيوتن تصيرها في إطار نظرية خسيمية، ولكن تفسيرها، معقداً إلى أبعد حد يحمل سبباً من التصو. خريتي والتصو. موحى بها

كان لا بد، إذن، من بحث عن طريقة يمكن من تفسير هذه الضوء بصوتية الجديدة الأساسية. ولم يكن ذلك ممكناً إلا بدرجوع إلى نظرية امواجية. وهذا ما فعله لعام فرنسي فرييل Fresnel (1788 - 1827) كان فرنس مهتماً في المناظر و سطور، فقص من عمده وذهب إلى مصادره وأحد بدرس بعض مشاكل عدم الضوء ذو - أن يكون لديه هناك ما يكفيه من الأدوات والتحضير العلمي. ومع ذلك بوصف استعمال برين (مروتي فرييل) إلى الحصول على ما يسمى هذه التداخل Les franges d'Interferences، وهي مناطق متعاقبة من نصيب واطلمه بي شيئاً من تدخل الضوء مسجماً (أحد ألوان نظيف 'سبعة') ثم فسر هذه الظاهرة، في إطار نظرية امواجية، كما يلي

من المعروف أن امواجه تتألف من قمة وقعر. فإذا توافقت موجتان (قمة مع قمة وقعر مع قعر) حدث صياء، وإذا تعاكست (قمة مع قعر وقعر مع قمة) حدثت الظلمة، ذلك لأن توافقي موجتين يريد من قوسها. أم انعكاسها فيجعل الواحد منها نوعي لأخرى، تمام كما يحدث بعضه من التداخل على الماء لأمواج، تارة يشاهدها برمع سديمه يده ذلك الأمواج

متوقعه يعوي بعضها بعضاً، وبوجه شاهد هذا ساكنه في عهدها رعم موج ١٤٤٠، وذلك حين تكون الأمواج متعكسة (بغير بعضها قوة بعض)

وعنده عاد فريسل إلى باريس أحد يدرس ظاهرة الانعراج Diffraction أي خروج الضوء عن مسافته المستقيم كي يحدث عند مروره بفتحة صغير جداً فأنشأ أنه إذا وضع عائقاً صغيراً، أمام مصدر صوتي، وثقناه ثقباً صغيراً جداً، فإن الضوء المرسم على الشاشة وثار من الفتحة بأحد في انصافاً حتى يصير ظلمة - يستطيع أن يفهم هذه الظاهرة بوصفها أكثر إذا استعملنا ثقبين صغيرين متجاورين جداً، وأمرنا بمضي ضوءاً مسطحاً فهي هذه حالة شاهد على الشاشة حزمة مظلمة وأخرى ملونة تصطف تدريجياً بمرح مع الظلمة ونفس هذه الظاهرة هو ان الموجات الصوتية تفعل أحداثاً أخرى عند بضع في قمة هذه مع قدر نسب فحدث الظلمة، وتردد بوحدة منها لأخرى قوة عدم بضعي قمة هذه بقمة بنت فيحدث بضع

هكذا بعد فريسل على ظاهري التداخل والانعراج بالرجوع إلى نظرية الموجة وقد عرّرت هذه لنظرية أكثر عدم استطاع فريسل نفسه أن يفسر بها ظاهرة الاستقطاب بعد افترض أن تواتر الاشعاع الصوتي يتم، لا في امتداد الضوء وتشاره، بل في اتجاه عمودي على لأقل واحد يعني أن موجات الصوتية موجات عرضية Transversales ونسب طولانية Longitudinales (الموجة لطولانية هي تلك التي تسير اتجاهها، أي اتجاهها حين للموج أن حركته التي يتم عمودياً على هذا الاتجاه الطولاني وهي تنسب في ارتفاع قطعه لعلين، في خلال المسافة، فهي تعكس واقع جديد هو الموجة العرضية التي يمكن ملاحظتها بسهولة في موج الحبل - وموجات الصوتية موجات طولانية، أما للصوتية فهي عرضية)

ثلاث ظواهر صوتية أساسية تمكك النظرية موجية - مع فريسل من تفسيرها، وعجرت النظرية الخسيمي عن تقدم أي تفسيرها، مما يؤكد أن الضوء هو فعلاً عرّره عن أمواج فكان لا بد من أن يورى النظرية الخسيمي لي فرضها ديوي وتحل محلها لنظرية موجية ولكن مع ذلك بقي هناك مشكلة «الأثير» الذي لا بد من فرضه للصور سموج للضوء، من سموج منتظم وسط يحصل فيه فهل سبق الأثير، وهو فرضه مزعجه؟

هذه مشكلة أخرى سجد عنها - أو ما يشبه حل في عمر ميدان الضوء بقصد بذلك ميدان البحث في المعاطيس وعلاقته بالكهرباء - وهذا لا بد من الرجوع قليلاً إلى الوراء - بالصسط إلى نظرية «الموج»

حدث قبل عن تطور البحث في طبيعة الكهرباء، ربما كيف أن نعام لهرشي كوتومب استطاع عام ١٧٨٥ أن يحول ظاهرة الكهرباء إلى مقدار كمي سماه لشحنه وهو - نعم للأمريكي فرانكلان أدنى يومئذ فرضه نفس الكهرباء على أمصاصها على مائع (أو سائل) ينتقل من جسم إلى آخر بشكل متصل وقد حد كوتومب هذه بفرصته وفسر بها ظاهرة الخدث المعاطيسي وهذا المؤلف معطيس من مدعين خدثهم سيمي والآخر خويي

يركز على طرفي القوس المغناطيسي، ثم يوصل إلى قوس يضغط فعلاً لحدث وسد عطفي مغناطيس وبولت الأبحاث بعد ذلك في الكهرباء والمغناطيس واكتشفت عنه قوانين يضغط حثه في فعله، كما على حثه، ثم جعل منها فرعين مستقلين مابين من فروع الفيزياء إلى أن أشرف معهد الثاني من القرن التاسع عشر على نهايته

ففي سنة ١٨١٩ لاحظ انجم بنديكتي أورستيد (Dersted ١٧٧٧ - ١٨٥١) صدقه عندما كان في ذلك الوقت في السويد الكهربائي على طيسه أن الأثر المغناطيسي الذي كان يحول الأسلاك الكهربائيته في كابل محوري عليها تجارته، تأخذ في حركته والانحراف كمن يمر بغير كهربائي قربها، فاستخرج من ذلك أن التيار الكهربائي يثير حوله مجالاً مغناطيسياً مثلي فعل مغناطيس نفسه وفي سنة ١٨٣١ استطاع انجم لانكيري فارادي (Farady ١٧٩١ - ١٨٦٧) أن ثبت عكس نظريته فوجد كشف أن المغناطيس يخلق تياراً كهربائياً عندما يحرك وهذا يعني أن الكهرباء نشأ بسبب ما يتعرض له لمجال مغناطيسي من معيار وانقطاعات (مبدأ التأثير، أو حث Induction Principle) ثم وصل فارادي دراساته وأبحاثه في صدره التأثير عن بعد (حث كهربائي أو مغناطيسي) فكتشف سنة ١٨٤٥ أن مجال المغناطيسي يؤثر في الضوء المستقطب (صدرة الاستقطاب المغناطيسي) شيء يدي أنب وحدد وجود علاقته بين الضوء والمغناطيس شبيهة بالعلاقة الموجودة بين مغناطيس وكهرباء

هكذا بدأت تظهر بوضوح لوحده بين ثلاثة فروع من الفيزياء الكهربائية والمغناطيس والصوت. وقد تصدى انجم الانكيري ماكسويل (Maxwell ١٨٣١ - ١٨٧٩) بدراسة هذه الظواهر الثلاثة، محاولاً إيجاد تركيب لها كان معروف من قوانين الكهرباء والمغناطيس عمل لنموذج جديد، مبين له أن التأثير المغناطيسي والتأثير الكهربائي لا ينتشران شيئاً أبداً، بل حسب سرعة كبيرة جداً، وعن شكل أمواج وقد استطاع أن يحدد بواسطة معادلاته مشهوره سرعة هذه الأمواج فكانت هي نفس سرعة الضوء (300 ألف كلم في الثانية)

وإذن، فالأمواج الكهرومغناطيسية (الكهربائية - المغناطيسية) والأمواج الصوتية هي نفس السرعة، وبالمثل هي ذات طبيعة واحدة وهكذا أصبح معادله ماكسويل خفيفة سالية الضوء عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية، أي عبارة عن مجال كهربائي ومجال مغناطيسي ينتشران في آن واحد

من الممكن حدوث مجالات (أو حقول) كهرومغناطيسية تنتشر بسرعة الضوء

هكذا أسس ماكسويل ذلك المصراع هدم والأساسي من الفيزياء الكلاسيكية والمعروف باسم الكهرومغناطيسية Electromagnétisme، وأكثر من ذلك وهم، تأيدت نظريته بحجج باكتشاف الحث الذي هوertz سنة ١٨٨٨ أمواج عرف باسمه (الأمواج الكهرومغناطيسية)، وهي أمواج ذات خصائص مماثلة لخصائص الكهرباء وانتشر بسرعة الضوء، ولا يختلف عن

الموجات الصوتية ولا يكون أطول منها ثم دخلت هذه الأمواج في عام التطوير، فكان  
التراديو وكانت مختلف أجهزة لارسال اللاسلكي

الصوت عذره عن موجات، لا عن حبات هذا ما ثبت في ميدان علم الصوت نفسه مع  
أبحاث وكشوف فريش، كي رايه وهذا ما أكد لأن حاج ميدان علم الصوت، مفصل تقدم  
الدراسات في الكهرباء والمغناطيس، فصل نظرية ماكسويل اميه على معادلة رياضية ثمار  
تكامل لصره اميه بعد كل شك أو تردد في صور النظرية امويه كسطوية نجر لا عن  
فرصيه، بل عن حصصه علميه اكيدة

لقد اسرحعت لنظرية موجية مكانتها، وأصبحت وحدها المقبولة عميقاً، ومع ذلك  
بعب تعاني من صعوبة ملازمة لما مدد استديته ذلك أها لا يستطيع أن ينعي عن تلك  
الفرصة المزعجة، فرصه «الأنثري» وعلى الرغم من أن ماكسويل قد قلل من شأن هذه  
الفرصة حين فسر الصوت بكونه عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية، فلقد بقي من الصعب، مع  
ذلك، تصور «ماد يتموج» حين نشأ الأمواج صوتية في الفراغ؟ لقد حل لسؤال هائي  
ومجرد، ومع ذلك سكت العلماء عنه لأن معادله لرياضية التي توهم عنها لنظرية موجية،  
معادله صلبة منه تنكس من النوع شام، لشيء الذي ولد في نفس العلماء استطاع حملهم  
على الاعتقاد بأن جميع الظواهر الممكنة اكتشافها في الفصل لا بد أن نفس التفسير بالنظرية  
امويه في شكلها الجديد أم المسائل خيرية لأخرى كمسألة «الأنثري» فإن الوقت كقبل بإيجاد  
جواب عنها، دخل لنظرية نفسها

كان هذا هو لرأي مسائل طوب لعقود الأخيرة من القرن التاسع عشر بعد نعت  
خلال هذه الفترة ثقة العلماء بأنفسهم، و غير كثير منهم أن انعم الميرياني قد كمل أو  
قاب لكثير، وأن مسائل لمي لم تحل بعد هي مجرد مسائل خيرية لا بد أن تجد حبل في  
مفصل الأيام، في إطار النظريات القائمة يومئذ

ولكن تأتي لرياح عاصف تشهي اسفر، ويأتي المزمع إلا أن يكرر طوق السرعة  
الدمعية التي تحاول الوقوف به عند مرحلة ما من التطور وهكذا فإن أطل القرن  
بعشرون حتى حد لثناء الشامخ الذي شده انصيرباء الكلاسيكية مد عانيليو بيرغري من  
أساسه

لقد سجل عام ١٩٠٠ بده نوره حديده في محب تغييره، ثورة غصصه هرب الأسس  
ولهاهم شي من عبيها فيزيائيون علمهم لكلاسيكي، رسكون مسألة «الأنثري» منطقاً  
لنظرية النسبية التي كسر لاطر الأسامي غيراء بونن ومكسكه، طر «الزمان المطلق»،  
كم سنكون مسألة «الاتصال» التي شي عبيها بنظرية موجية، هدي بصره حديده بأنبي هذه  
لمره من ميدان حر من ميادين المنص، بقصد بدلت ميدان الطافة التي كانت بصر، بدور  
برع، قائمه على الاتصال، لا على الانفصال من ها مستطو نظريه لكواسا شي شكل  
هي ونظرية نسبية الدعامين لأساسيين للصيرباء الحديثة، فيزياء بدرة، وفيزياء بواة

٦ بخصوص مرحلة هذا الفصل، نظر قائمه لم جمع ي عر لكاتب

## الفصل السادس

# نظرية النسبية

### أولاً الفيزياء الكلاسيكية ومفاهيمها الأساسية

إن الأفكار واسطريات الفيزياء التي سبعا تطورها في الفصل السابق، والتي دعت أوجها - كما رأينا - في أواخر القرن الماضي أصبحت بشكل الآن ما يسمى - والفيزياء الكلاسيكية -، الفيزياء التي لا تنظر في بيئها ومفاهيمها إلا على المستوى الماكروميكروي، مستوى الحياة العادية التي ألفها نحن البشر أما على المستويين الآخرين، مستوى العالم الأكبر، عدم انحصاء والسرعات الكبيرة لمقدرة سرعة الضوء، ومستوى العالم الأصغر، مستوى الحسيمات الأولية كالإلكترونات وغيرها، فإن هناك قوانين خاصة، وبصورات جديدة تشكل في مجموعها ما يسمى بالفيزياء الحديثة التي تحتل فيها نظرية النسبة ونظرية الكم مكانة موقعة أساسياً

لقد ارتكزت الفيزياء الكلاسيكية، منذ أرسطو شأنه مع غاليليو ونيوتن، على جملة من المفاهيم التي سوحيت في غالب الأحيان من الخدس الحسي والقياس لتجربة العادية، والتي وإن صلحت في مبداء العالم ماكروميكروي فإنها لا تصلح فيما يتجاوزه كبراً وصعراً ولذلك كان لا بد من إعادة النظر في تلك المفاهيم والنظريات ومراجعة القوانين المؤسسة عليها، الشيء الذي أدى، في نهاية الأمر، إلى صياغة قوانين ونظريات أعم وأشمل، وجعل من الفيزياء الكلاسيكية حالة خاصة فقط ضمن حالات أخرى تعممها جميعاً لنظريات الحديثة. كما سلاحظ فيما بعد فإن الفرق بين نتائج النظريات الحديثة والنظريات القديمة هو من الصغائر إلى درجة أنه لا يؤثر في الظواهر التي هي من المستوى العادي، مستوى انحصاء الشئ، ولكنه يصبح ذا مفعول كبير عندما يتعمق الأمر بالنظواهر التي تنتمي إلى العالم المنهني في الصغر، عالم الذرة والحسيمات الدقيقة، أو إلى العالم المنهني في الكبر، عالم انحصاء والسرعات المقاربة لسرعة الضوء

من لسان بطلاله جامعة على صرح نظريه النسبه لايشيئ سري من قصد استدراك بعض مفاهيم الأساسية التي تكرب عليها الفيزياء الكلاسيكية، والتي جاءت بنظرية النسبية لتنهكها هزاً وسعياً فاعديلاً جذرياً

سداً بالزمان عند ذات القسرة الكلاسيكية بعد الزمان عداً ومطلقاً بسا بقس الشكل، بالنسبة لأي كس، في كل مكان ومن هب كس نسبي (أو سري) Simultaneite يعني حدوث حدثين أو أكثر في لحظة واحدة بالنسبة لأي مراقبين سوفرس على اثنين يصعد لوب سري على ويره وحده ما ساعه التي تفصل بينهما أو حركة أحدهم ويكون لآخر، أو تحركهما مع تحرك مختلف السرعة أو لاتجه، فتنت كنها امور لا يعير شت من ظهري ساي كحقيقه وقعيه نعم قد عتف التوقيت بين مكان أو حر أو بين مديسه وحري، وكل هذا الاختلاف يمكن صغته مدقه، بعمليه طرح أو جمع بسيطه، ويمكن تجاوزه بانه باستعمال «ساعات» من مده سري ويره وحده ويمكن أيضاً ان يكون هناك بعض الاختلاف في سجل حدوث حادثه محس بين مراقبين يتحركان على «ساعات» من مده مصغره، كس يسمع تحدث صوب ظفقه مدفع قبل الآخر نظراً لقرينه من مصدر نظفهم ولكن، مع ذلك، يمكنها الاتعلق على وقت حدوث الظفقه مدفعه بالصبط، بإدخال سرعه الصوب في الحساب

وهكذا، فلتساي، أي حدوث حدثين أو أكثر في لحظة واحدة، كان يظفر إياه في الفيزياء الكلاسيكية كحقيقه واقع لا تقبل الشك ومن ثمة كان يظفر إلى الزمان كإطار عام بسا بقس الشكل وسرعه واحده بالنسبة إلى جميع المراقبين مها احتلف مواقعهم من حيث انقرب أو البعد أو لسكون أو الحركة معنى ذلك أن جميع الملاحظين يستعملون نفس الزمان، وليس لأي منهم زمان خاص به، لأن الزمان في الفيزياء الكلاسيكية واحد بالنسبة إلى الجميع

ومثل الزمان، المكان، بعد كان المكن يعتره، هو لآخر، في الفيزياء الكلاسيكية، عاماً ومطلقاً، لا يخلف من مراقب وآخر مها احتلف أحوالهم من حيث الحركة وسكون وإذا قاس أحداً مسافه معصه ووجد فيها عشرة أمار مثلاً، فيه يعني مأكسد من أن أي شخص بحر مها كان، إذ قاس نفس مسافه نفس المقياس (متر) فإنه سيحدد فيها عشرة أمار أيضاً وكذلك انشأن بالنسبة إلى الماهيم ولأشكال الهندسة التي الفاه فحق بعد المكن مستوي، ونهوب عن الخططين المتوريين إيهما لا يلتفت إسد، وأن روي الشك مساوي دوماً ١٨٠ درجة إلى غير ذلك من «حصائص» التي نسسم بها، أو سهره عليها بوسطه هذه المسلمات، في طار الهندسه لأويلديه التي يعتره صاخه ومطدعه لمواقع لكونه تتفق مع جدب حسي ونصوري المسخلصة من لتجربه فحق بعش في مكان أوفيددي، ينصف بالنسبة إلى جميعه، محركين ك أو ساكنين، بخصائص معصه كتنك سبي ذكرنا

(١) سطر في قسم الموضوع نصاً نيوتن يشرح فيه لصوره بزمان وينكان المكن وحركه بظفقه

وكي نعتبر الفيرياء كلاسيكية لزم أن تكون عامتين مطلقين، عبر الكتلة مصدعه كذلك، بمعنى أنها تبقى هي لا تتغير ولا تزيد معها اختلاص الأجزاء واختلاف سر قوتها. فإذ ورت جسم واحد في كنهه واحد، مثلاً، فهي تبقى ميباً من أن أي شخص آخر، أينما كان سيوجد في نفس جسم نفس الوقت إذا سمعنا من أن في مثل هذه ميري. لكن، في الفيرياء لكلاسيكية، كنهه مجموعة - مبدأ حفظ الكتلة، مثله مثل الطاقة - فكنهه جسم يبقى هي لا تتغير، لا مع الزمن، ولا مع الحركة. نعم قد يكتسب الجسم أحول محطه وقد تحري شكله ومظهره بعض العرر، ولكن، مع ذلك يبقى كنهه محفوظه كك، لأن المادة لا يصنع منها شيء. إنها لا تزيد ولا تنقص، هي يثخص من جسم معين يضاف إلى جسم آخر، وهكذا يبقى المجموع واحد.

ومن سادى لتي قامت عليها الفيرياء لكلاسيكية مبدأ العطالة (أو بقصر لذي) Inertia. وقد رأينا مع غاليليو في تعديل ظاهرة سقوط الأجسام " ويص هذا مبدأ على أن جسم يبقى ساك أو يسر في حركة على خط مستقيم وسرعه ثابته ما لم يكن خاضعاً لتأثير قوة حركته. كما رأينا كيف صاغ نيوتن قانون الجذب العام الذي يحدد العلاقة بين الكتلة والمسافة والزمن، الشيء الذي يمكن من تحديد سرعة الأجسام المتحركة إذا عرفت كتلتها والمسافة الفاصلة بينها، ومن تحديد المسافة إذا عرفت لسرعه والكتلة، ومن تحديد الكتلة إذا عرفت مسافة والزمن، كل ذلك بشكل مباشر وبطريقه بسيطه (يصف قانون الجاذبية على أن الجسمين متحركين بشكل ساسط طردن مع كتلتيهما، وعكساً مع مربع المسافة الفاصلة بين مركزيهما).

نعم، قد كانت الفيرياء الكلاسيكية ولا زالت تراعي النسبة بين الأطول والمسافات والسرعه والكتلة من ذلك، مثلاً، أي إذا قسمت هذا الثوب ووجدت فيه ثلاثة أمتار، وقسمت ثوباً آخر ووجدت فيه أربعة أمتار، فإن الفرق وهو متر واحد، نسبة الطول النسبي لتقريب. وكذلك الشأن في السرعه. فإذا كانت سيارة تسير سرعه ١٢٠ كلم في الساعه، وكانت هناك سيارة أخرى تسفي وتسير سرعه ١٠٠ كلم في الساعه، فإن السرعه النسبية بين السيارتين هي ٢٠ كلم في الساعه. وهذا يمكن من تحديد المكان والزمان اللذين سأخو فيها بالسيارة لي تسفي ويسر في نفس لمح سري. أم إذا كنت أسير سرعه ١٢ كلم في الساعه ولتقيت بسيارة سر ١٠٠ كلم في الساعه، عكس اتجاهي، فإن لسرعه النسبية بين السيارتين ستصبح ٢٢٠ كلم في الساعه. وهكذا، فعلى الرغم من أن سرعي بالنسبة إلى الأشياء الثابته كالأشجار الموجودة على حانتي الطريق، هي دوماً ١٢٠ كلم في الساعه، إلا أن السرعه التي يمكن حسابها هي للمحطة التي يلتقي فيها لسيارتان في اتجاه معاكس. وهكذا تختلف السرعه النسبية باختلاف اتجاه المتحركين. فإذا كان محطتها واحداً، كانت السرعه النسبية هي عباره عن الفرق بين سرعتيهما، أم إذا كانا



يسيران في اتجاهين متعاكسين، فإن سرعته النسبية هي مجموع سرعتهما معاً كل ذلك  
درسته لفيزياء الكلاسيكية وصطلحه بقوانين تركيب السرعات

بعد تعرفت هذه المفاهيم والتصورات بشكل حادري مع ظهور نظرية لبيسيه  
لاشبين إن هذه النظرية تعبر الزمان والمكان والكتلة معطيات تتميز وتختلف اختلاف كبيراً  
عن حدسنا حتى وبصورات انفيزياء الكلاسيكية بطون يعبراً وانثوب الذي طوله مر  
واحد، مثلاً، بالنسبة إلى شخص، قد يصبح صوله يصح سببر بـ نالسه إلى شخص  
آخر! وكذلك الشأن في الزمان في محسه ملاحظ ما يعثر بـ انسين بـه ملاحظ حمر  
بصع ساعات! ولحسم الذي يرن غراماً وحاداً، قد يصح دا ورن حادلي وبصع عمر مات  
من باده يمكن بـ تتحو إلى طاقه بـمكنا، إذ انفجرت، أن تتحو من ألوجود خرسرة  
مأكنها! وأكثر من ذلك بدمج نظرية النسبية بين الزمان والمكان في عام دي أرعه بعد  
(الطوب و لعرص و لرمص)، عام يحدد فيه المكان شكلاً منحني، لا مسوب كما اعتدنا  
لقول، وبصيح فه الماده عبارة عن سلسله من السحاعيد (كتحاعيد لـه) في بحر من الزمان -  
المكان!

نعم إن هذا حد لا عرس لقد فلت نظرية النسبية امفاهيم والتصورات لفيزيائية  
المدجنة رأيت عن عفت ولكن يجب أن نفهم ذلك في طوره العلمي، اطاره بصحيح  
ولدا بمفهوم أساسي في هذا لاطار، مفهوم «منظومات مرجعية»

## ثانياً المنظومات المرجعية وأنواعها

العلم كله يقوم على القياس وهذا ما ندركه مراراً وسند أنيس شيئاً، فليكن أنفسه  
بالنسبة إلى شيء آخر اتحد مرتركراً وحدة المرتركرات التي استند عليها لتحديد شيء من  
الأشياء في المكان أو في الزمان، أو فيهما معاً، تسمى بـ «المنظومة المرجعية» *Système de*  
*référence* أو بـ «منظومة الاحداثيات» *Système de coordonnées* لتحديد نقطة ما عن  
مستقيم يقول بها تعد كذا عن نقطة أخرى يعرفها ويرتكز عليها في لقياس قد يكون  
النقطة - المركز، أو النقطة مرجعية، هي نقطة بداية حرة استعصم، أو قد تكون أية نقطة  
أخرى صطلحنا عن قحاذ، مرجعاً ومبدأ لقياس ونفس الشيء فعده لتحديد جسم ما  
يوجد عن سطح معين فلتحديد نقطة ما عن أرض هذه العرفه استعمل احداثاً لمطول  
واخر لعرص، وأقول إنها تقع عن مسافة كذا من الحذر الذي يمثل طول العرفه، وعن  
مسافة كذا من الحذر الآخر المجاور له الذي يمثل عرض وبمكاتب أيضاً لتحديد موقع  
النصاح للذي وسط العرفه، وذلك بفاس بعده عن الحذرين المذكورين وعن سعب العرفه  
(أو أرضها)، ونفس الشيء فعله عندما تريد فاس موقع جسم متحرك فيمكنك تحديد  
موقع سيارة ما إذ عرف سرعتها واتجاهها ومنطقها

هذا لشيء واضح، ولكن عيب أن به إلى أن قياساتنا هذه مبنية على مبدأ أساسي،  
هو أننا نعتبر أنفسنا ساكنين عن متحركين! أم إذا كان الملاحظ يركب سيارة نسبح سرعه

٤٠ كلم في الساعة ويريد أن يحدد موقع شيء من الأشياء، ساكناً أو متحركاً، فإن عليه أن يأخذ في اعتباره سرعته هو، بالإضافة إلى سرعة - أو سكون - واتجاه ذلك الشيء، طبقاً لقوانين تراكب السرعات التي أثبتنا إليها سابقاً وفي هذه الحالة - حانه حركته - سكون منظومته المرجعية هي السرعة التي يركبها، مثلما كتب منظومته المرجعية هي المكان الذي كان وقتاً فيه عند حركه قياساته، وهو ساكن والمهم في الأمر هو أن تكون سرعة المتحرك لشيء نفس موقعه، وكذا سرعته هو إذا كان يقوم بالعباس وهو متحرك، سرعة منتظمة مستمره على حانه وحده، لا تزيد ولا تنقص، وأن يكون الاتجاه - اتجاهه هو واتجاه المتحرك لشيء يريد تحديد موقعه - اتجاهها لا يتغير (= مبدأ لفظه)

ومنظومات مرجعية نسبة على هذين لاعتبارين - انتظم لسرعه وبهاء نفس الاتجاه تنسب بالمنظومات المرجعية العاليية (نسبة إلى عاصيو لأنه أقام فيزياءه على مبدأ لفظه)، أن إذا كان المتحرك يسير بسرعة منتظمة (= تزيد أو تنقص، أو يتغير اتجاهها) فإن منظومته المرجعية التي يسد عليها سكون حشد غير عاليية وبعبارة أخرى أن السرعة النسبية بين منظومتين مرجعيتين عالييتين سرعة ثابتة في المقدار والاتجاه، وبالعكس من ذلك لمنظومات المرجعية غير العاليية التي يتغير مقدار سرعتها واتجاهها، بالنسبة إلى أية منظومة مرجعية عاليية

هذا المير من منظومات المرجعية العاليية، والمنظومات المرجعية غير العاليية أساسية في نظرية النسبية وهو المبدأ الذي نعتمد بموجبه على نظريتين نظرية النسبية المقصورة *Theorie de la relativité restreinte* وهي تدرس الحوادث في إطار المنظومات المرجعية الاعالية، فلا تدخل في حسابها السارع، ونظرية النسبية المعممة *Theorie de relativité généralisée* وهي تدرس الحوادث في منظومات مرجعية غير العاليية، أي الخاصة بحدودية وما شأ عنها من تغير في السرعة أو الاتجاه

بعد هذين لتمهيدتين، نصل الآن إلى نظرية شين وسأنا قصة من بدايتها لرميمه من مشكلته «لأنه»

### ثالثاً. تجربة ميكلس ومورلي

وأما هل كيف أن فريزل بحث النظره موجبه في نفس طبيعه الضوء وكيف أن ماكسويل قد استنتج نسيم لنظريه يقول إن الموجات الصوتية تشر حواء عالياً معدنياً، مما يجعلها - سواء كانت مرئية أو غير مرئية - أمواجاً كهروضوئية نموج عبر بحر من الأثير يعم الفضاء وجميع الأمكنة - ولتلك بقيت مشكلته الأثير فاشمه

هذا من جهة، ومن جهة أخرى نسعد تطور البحث في طبيعه الكهربية، ورت كيف سبى لأمر باعفاء من كشف لالكروبات، أي تلك الحيات شحونه بالكهرباء بسائله والتي سري في الأسلاك على شكل فواصل مشكلته اسرار الكهربي وقد كان ضوء عباده عن

موجات كهربية - مغناطيسية، فلا بد أن يكون للالكترونات «دخل» في هذه الموجات، وبإدخالها لا بد من نظرية تحقق الاستحسان الكهرومغناطيسية والصوتية من هذه سروريه ذلك ما حاول انقيام به عدم الأيرلندي نورنر Lorentz (١٨٥٣ - ١٩٢٨) الذي دار بفكره رائده، موداه إن تسارع الالكترونات تنشأ عنه موجات كهربية، وهذا يعني أن موجات الصوتية المرئية (ألون لطيف) والصوت غير المرئية (الأشعة فوق السمعية) ولأشعة تحت الحمراء (مرجع في وجودها إلى الحركة سريعة جداً التي تقوم بها الالكترونات داخل لدره إن تسارع الالكترونات هو الذي يتسبب في قيام مختلف الموجات الكهربية

بعد لتذكير هذه التعصبات والنظريات تعود إلى بحره ميكلس ومورلي، انحرجه إلى كل اهدف منها دراسة تأثير حركة الأرض على سرعة الضوء (= أشعة الشمس)، وتأكيد، أو إسقاط، وجود «الأثير» كوسط ينتشر فيه الأمواج الصوتية بعد كل الرأي لساند، مد بيوس، أن أشعة الشمس وسرعها كما هو معلوم ٣٠٠ ألف كلم في الثانية، سفل إلى الأرض غير لأثير، ومع أن الحركة هي دوماً حركة شيء مقلسه إن شيء حر، كحركة السيارة بالنسبة إلى سطح الأرض الذي تسير عليه، فإن أشعة الشمس، قياساً على ذلك، تتحرك بالنسبة إلى الأثير الثابت لكان، أو انقصاء المطلق كما قال بيوس هذا من جهة، ومن جهة أخرى، فبأن الأرض تتحرك بسرعة ٣٠ كلم في الثانية بالنسبة لهذا لأثير أو لقضاء المطلق، نارة في اتجاه الشمس، ودره في اتجاه حر بعده، وذلك حسب موقعها في مدارها حول الشمس، فمن المعروف أن تسير سرعة أشعة الشمس متجهة إلى الأرض تتغير موقع الأرض في مدارها حول الشمس، وذلك طبقاً لقانون تركيب سرعات الذي شرحناه آنفاً (السرعة النسبة بين متحركين) وبما على هذا القانون سيكون أشعة الشمس أسرع أو أفل سرعة حسب ما يكون الأرض تسير متجهه نحو الشمس أو مبتعدة عنه هذا بحود استنتاج، فلا بد من بحره تؤكده ويد تأكد بأكد معه فرضيه الأثير

نذكر في التحريه التي قام بها عدم الأمريكي ميكلس Michelson (١٨٥٢ - ١٩٣١) و مره سنة ١٨٨١، وهي مشروقه باسمه وقد ستحصل فيها جهاز من خرياً رتبه بطريقه خاصه تمكنه من مقارنة سرعة أشعة الشمس الواردة من الاتجاه الذي يهرب فيه لأرض من الشمس مع سرعة نفس لأشعة الواردة من الاتجاه الذي تسعد فيه لأرض عن الشمس بقدر أصغرت هذه التحريه عن نتيجة سليه، وعبرة، إذ كشفت أن سرعة أشعة الشمس في الخالئين هي هي وفي ١٨٨٧ أعاد ميكلس بحره بمساعدة صديقه مورلي Morley، فكانت النتيجة هي إن سرعة أشعة الشمس لا تتغير، بها دوماً ٣٠٠ ألف كلم في الثانية سواء كان الملاحظ الذي بقيسها يتحرك في اتجاه الشمس أو في الاتجاه المعاكس، وب أن سرعة لأرض في اتجاهها نحو الشمس أو بعد سعادها عنها هي ٣٠ كلم في الثانية، وب أن سرعة لأشعة الصوتية هي كم فب ٣٠٠ ألف كلم في الثانية، فإن بحره ميكلس مورلي يعطينا المعادله المعريه لباله

$$30 + 300\,000 = 300\,000 + 30$$

## رابعاً: التحويل الغاليلي والتحويل اللورنتزي

أحدثت هذه التجربة أزمة خطيرة في الفيزياء الكلاسيكية لأنها تعطي وقي لا يوافق مع الفيزياء المعمول بها، وفي مقدمتها قانون تركيب السرعات، فراح العلماء يبحثون عن حل. ولحق بهذا اقترح فرضيات وكان من بين الفرضيات التي كتبت لها لمحة عرضية أدى بها العالم لايرتندي فيرجيرالد Fitzgerald مؤدفاً أن حركة جسم ما سببته في انكماش من جهة حركته. وهذا يعني أن أشعة الشمس، وهي من طبيعة كهرومغناطيسية، أي تتحلل إلى إلكترونات في تركيبها، تتعرض لانكماش في اتجاه حركتها نحو الأرض. وهذا لانكماش خطي هو السبب في بقاء سرعة الشمس ثابتة، سواء كانت الأرض تسير في اتجاهها أو نبتة عنها.

فإن العلماء هذه الفرضية، وراحوا يقيسون مقدار هذا الانكماش، فالتعمم معروف بالمقياس، وبولا بقياس ما كان عدم وهكذا لم يسر وقت قصير حتى استطاع لورنتز عام ١٩٠٣ تحديد مقدار هذا الانكماش وصيغته في عبارة جبرية، وهي

$$L = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

ومعناها أن الجسم الذي يسير بسرعة مقاربة لسرعة الضوء يتعرض لانكماش من جهة حركته مقداره قدر واحد ناقص مربع سرعة ذلك الجسم مقسومة على مربع سرعة الضوء. ووضح من هذه العبارة الجبرية، ويسمى معامل الانكماش اللورنتزي أن طول الجسم نعم كما عندما يتحرك بسرعة تساوي سرعة الضوء. فلو فرضاً أن مسطرة طولها ط، وضعتها في صندوق يسير بسرعة الضوء. وهذا شيء محيل كذا يسرى. فإن طول الطاقري ط (عندما يتحرك بسرعة الضوء) سيكون

$$L = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad \text{ط} \quad 0 = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

بعد أصبح من الضروري إدراك، عندما يتعلق الأمر بحركة مقاربة بسرعة الضوء. إدراك معامل الانكماش هذا عند تحويل القياسات من منظومة مرجعية إلى منظومة مرجعية أخرى. لقد كانت طريقة التحويل المستعملة من قبل، والمعروفة بالتحويل الغاليلي (نسبه إلى غاليليو) تقوم على أساس أن الزمان ثابت ومطلق، وأن الجسم يبقى هو هو لا يتغير. فهو فرضيت ما يريد قياس جسم - أو جاذبة - يوجد في منظومة مرجعية تتحرك بنسبة إلى منظومة مرجعية (منظومة مرجعية هي الدار البيضاء مثلاً، والمنظومة المرجعية هذا الجسم هي صندوق يسير بسرعة عظيمة ومستقيمة)، وأن حدثيات هذا الجسم في منظومة المرجعية قبل حركته هي «س» بطول، «ص» بعرض، «ع» بعمق، «ز» لزمكان (يمكن أن نعرض

أن هذا الجسم عبارة عن شمعة تحترق في سنة رميه «ر»، فإن التحويل العاليني يعطينا لاحداثيات لناليه ابي تحدد ذلك الجسم عند حركته

$$\begin{aligned} \text{س} &= \text{س} + \text{هـ} \quad \text{ر} \\ \text{ص} &= \text{ص} \\ \text{ع} &= \text{ع} \\ \text{ر} &= \text{ر} \end{aligned}$$

أما طريقة التحويل اللوربري فتتطلب ادخال معامل الانكماش (بالنسبة إلى الطول) أو التمدد (بالنسبة إلى الزمان) وهو  $\sqrt{1 - \frac{\text{هـ}^2}{\text{ر}^2}}$  حيث نرمز «هـ» بسرعة ذلك الجسم، و«ر» لسرعة الضوء وبالتالي تصبح احداثياته محدثه كما يلي

$$\begin{aligned} \text{س} &= \frac{\text{س} + \text{هـ} \cdot \text{ر}}{\sqrt{1 - \frac{\text{هـ}^2}{\text{ر}^2}}} \quad \text{وهذا هو قيمة الانكماش} \\ \text{ص} &= \text{ص} \\ \text{ع} &= \text{ع} \\ \text{ر} &= \frac{\text{ر} + \text{هـ} \cdot \text{س}}{\sqrt{1 - \frac{\text{هـ}^2}{\text{ر}^2}}} \quad \text{(وهذا هو الزمن المحلي)} \end{aligned}$$

ومن تأمل هذه معادلات يتبين أن الطول يميل إلى الانكماش، وأن الزمن يميل إلى التمدد (فهو كما يتعدى بأنه صلب سوف لانكماش حركه عقاربها، أي توافقت، وبالتالي سمند الزمن ويصطوب)، الشيء الذي يعني أن لكل منظومه مرجعيه تتحرك بالنسبة إلى أخرى، ربما خاصة بها وإدب، فليس الزمن عام ولا مطلق

وكذلك الشأن بالنسبة إلى صم السرعات، أي تركيبها إن طريقه التحويل العاليلة تقوم على جمع السرعات كما هي، فهو فرصا أن سفينه تسير في اتجاه سرعة س، وأن مسافر يسير على ظهرها بسرعة س 2، فإن سرعة هذا المسافر بالنسبة إلى صيداهف على شاطئه هي  $\text{س} = \text{س} 1 + \text{س} 2$  أما طريقه التحويلات فتتقضي ادخال المعامل المذكور. وبما أن يكون حاصل جمع السرعات كما يلي

$$s = \frac{s + s'}{1 + \frac{s s'}{c^2}}$$

ولو فرضنا أن كلباً حبالاً يجري بسرعة 90% من سرعة الضوء، وأن حشرة فوقه تجري بسرعة 50% من سرعة الضوء، لكانت سرعة الحشرة بالنسبة إلى يرقبها، حسب التحويل بعائني كـيلي  $0.90 + 0.50 = 1.40\%$  أي أكثر بكثير من سرعة الضوء. أما طريقة التحويل بلورنبري فتعطي النتيجة التالية

$$s = \frac{0.90 + 0.50}{1 + 0.45} = \frac{1.40}{1.45} = 96.5\% \text{ من سرعة الضوء}$$

أي أن سرعتها أقل قليلاً من سرعة الضوء. ولو أن صاروخين يطوق كل منهما بسرعة 90% من سرعة الضوء في اتجاهين متعاكسين تكاثرت سرعتيهما الاحتمالية حسب التحويل العائني ساوي  $0.90 + 0.90 = 1.80$  أي ما يفوق من صغفي سرعة الضوء. ولكن طريقة التحويل بلورنبري تعطي النتيجة التالية

$$s = \frac{0.90 + 0.90}{1 + 0.90} = \frac{1.80}{1.81} = 99.5\% \text{ من سرعة الضوء}$$

أي أقل قليلاً من سرعة الضوء

وهكذا فهما كانت سرعة محرك ما فإنه لن يبيع قط سرعة الضوء والنتيجة هي أن سرعة الضوء هي الحد الأقصى لكل سرعة ممكنة

#### خامساً - نظرية النسبية المقصورة

يطبق أينشتاين Einstein (١٨٧٩ - ١٩٥٥) - وهو ألماني نجس بالنسبية السويسرية ثم أصبحه الأمريكيه - من تجربته ميكس ومورلي ومعادله التحويل بلورنبري، فصاغ سنة ١٩٠٥ نظريته النسبية المقصورة، ثم تابع أبحاثه وخرج بنظرية النسبية المعممة سنة ١٩١٥. فقد استخلص أينشتاين من طريقة التحويل بلورنبري نتائجها المحتملة ففكر طوق الفبرياء الكلاسيكية ومفاهيمها الأساسية، كمفهوم الزمان والمكان المطلق والحركة المطلقة، وقوانين تركيب السرعة، وحفظ الطاقة، إلخ، معتقداً من المبدأين التاليين

١ - إن جميع المنظومات المرجعية العاليية متساوية من حيث صلاحيتها في «قياس»، فلا

فصليه لأي منها على لأخرى فهو مذهب مثلاً أن قطريه أحدهم واقف في محطة والثاني يسير بحافته سرعه منتظمة (١٠٠ كلم في الساعه مثلاً)، فلا فرق بين أن يسير مذهب فيسانه على أساس أن القطر الأول هو الذي سحرك أو أن الثاني هو الذي سحرك وعاده يشعر مسافرون الذين في القطر الواقف وكأن قطارهم هو المسحرك والقطار الآخر ساكن وكذلك الشأن بالنسبة إلى قطارين يسيران موازيين سرعه منتظمة، لكل منهما يصلح، عس بدرجه من الصلاحيه، لإجراء لقياسات، أي لأحدهم منظومه مرجعيه

٢ سرعه الضوء ثابتة لا تتغير، فهي تساوي في جميع الأحوال 300 ألف كيلومتر في ثانيه، لا تزيد ولا تنقص، وهي أقصى سرعه ممكنة (نفسه هذا إلى أن هذا المسأله مجرد فرضه ستلزمه طريقه المحسوس بلو تزيده ويعوم العلماء حالي (١٩٧٦) في بعض جهات عدم محارب على الإلكترونيات للحصول على سرعه أكثر من سرعه الضوء وإذا نحقق في ذلك، فسيفر كذا نظريه بشي ويظهر أنهم ما زالوا لم يوصلوا إلى ذلك)

على أساس هذين المبدأين وح شيتين يعني صرح نظريته وهما يعني بعض مذهب هذا لصرح

#### (أ) نسبية السرعه

إن المفكره الأساسية التي يطوي عليها المبدأ الأول هي أن السرعه نسبه دوماً سرعه أي جسم، كيف كان، إما تقاس بالنسبة إلى جسم آخر وسواء اعتبرنا الجسم الأول هو المسحرك أو عكس الأمر، واعتبر الثاني هو المسحرك، فالنتيجه ستكون واحدة ما دامت المنظومه المرجعيه الخاصه بكل منهما منظومه مرجعه عابديه (حركه مستقيمه ومنتظمة)، وهذا يعني أنه ليس هناك أي جسم ثابت في الفضاء ثباتاً مطلقاً، وأن لا وجود للأثير، ولا للمكان مطلق، وبالتالي فإن سرعه أي جسم يمكن أن نحدد بقيم مختلفه باختلاف منظومات مرجعه من حيث حركه والسكون فالسياره المسحركه يمكن أن نحدد سرعتها بقيم مختلفه حسب ما يكون من يرها سرعتها ساكناً أو متحركاً في اتجاه السياره أو عكس اتجاهها فإذا كانت سرعتها هي ١٠٠ كلم بالنسبه إلى رجل واقف على جانب الطريق، فهي - أي سرعتها - تساوي فقط ٢٠ كلم بالنسبه إلى من سحرك وراءه سرعه ٨٠ كلم في اتجاهها، ونصبح سرعتها - ١٨٠ كلم في الساعه بالنسبة إلى من يسير عكس اتجاهها بسرعه ٨٠ كلم

وبناء على ذلك يمكن أن نعتبر لأرض هي التي تتحرك حول الشمس كم أثبت ذلك كوبرنيك، أو نعتبر الشمس هي التي تدور حول الأرض كما كان يعتقد القدماء وهذا هو السر في كون قياسات القدماء نسبة على الفرصيه أثبتت صلاحيه وساويه تقريب للقياسات الحديثه عليه الفرصيه لأولى (وهي حقيقه عميقه) فلا ريب سنتمكن من قياسات أهم من التي سعملها استاليون (عدد أيام السنة، عدد لشهور الساعات الخ)

## (ب) ثبات سرعة الضوء

ب. عند سرعة الضوء ذاته لا يزد ولا ينقص يودني إلى نتائج عريضة لا تتسببها حدس العلم. إذ هذا يعني أن سرعة أشعة الضوء، سبعة من جدي سبع ألف مائة - مثلاً - تساوي دوماً ٣٠٠ ألف كلم في الثانية، سواء كانت هذه الشعبة حادثة عن الأرض، أو كانت سبعة أضعاف أو تقرب من سرعة ٥٠ ألف كلم في الثانية (إذ أمكن حثها عن مصدرها بسر هذه السرعة).

وهذا يختلف عما بالنسبة إلى سرعة الصوت، وهو عبارة عن أمواج تتفعل في الهواء مثلي تتفعل الأمواج الصوتية في الغشاء. فلو فرضنا أن ركب الطائرة يعود طائرته بسرعة تقرب عن الصوت مرة واحدة في الثانية، وأنه يسافر على جهاز قياس سرعة الصوت، فإنه سلاحظ أن أمواج ريز طائرته تنطبق أمامه بسرعة متر واحد في الثانية بمعنى أن سرعة صوت طائرته بالنسبة إليه هي متر واحد في الثانية، في حين أنها بالنسبة إلى من يراقبها ساكناً لا تتحرك تساوي ٣٤٠ متر في الثانية تقريباً (وهي سرعة الصوت). أما في يتعلق بالأمواج الصوتية الممتدة من نفس الطائرة فالأمر يختلف. إذ دوماً ٣٠٠ ألف كلم في ثانية سواء بالنسبة إلى من يركب داخلها، أو بالنسبة إلى من هو خارج عن الأرض، أو بالنسبة إلى من يقف لغشاء سرعة حبابه.

ويرد الأمر عرته عندما ندخل ميدان التطبيق، تطبق هذه السرعة لثباته لي يسمي به الضوء على الزمان والأطوال والكتلة. فهي هذه خاصة تتغير القياسات والنتائج فالتحولات التي يقومون بقياساتهم من منظومات مرجعية بسر سرعة مقارنه لسرعة الضوء يهيون الأشياء والحوادث بطريقه خاصة. فكل منهم زمانه الخاص، فلا يستطيعون الاتفاق على ترتيب الحوادث. فلا وجود لثنائي بالنسبة إليهم علاوة على أن كلاً منهم يبدو للأخر مكشفاً من جهة حركته وأثقل من العادة. وإذن فهناك تغيرات هامة تحدث الزمان والكتلة والكتلة.

## (ج) اختلاف الزمن مشكلة التآني

هناك مثال مشهور بين مدى التعيرات التي تحدث الزمان، في نظرية النسبية، ويعرف باسم «توأمي لأخوة» نسبة إلى العالم لأخوة فالد الذي قال أنه لفرض أن طفلاً يبيع لثانيه عشره من عمره ركب صاروخ بسر سرعة مقارنه لسرعة الضوء لقيام برحلة إلى لعشاء دهان وإدسا وأن له توأم (في مثل عمره) بقي على الأرض ينظره بعدد ودعه في المطار. وعمر لأبيهم والسبون على هذا الأخ الذي ظل على الأرض فيحي دراسته ويتزوج ويرث أولاداً وهو دائماً في انتظار أخيه من رحلته لعشاء. وأخيراً علف بلغ عمر هذا الأخ لماكث في الأرض ٣٢ سنة، أي بعد ٢٠ سنة من سفر أخيه، ينهي مرقبة من هذا لأخبر يحمره فيها بأنه سيحط في المطار فلفه صاحبا، الذي على الأرض إلى ينظر ويحط لصاروخ، ويرث منه أخوه. فهذا مشهد؟ به سرى أخيه وهو لا زال طفلاً عمره ١٢



منه، أي نفس العمر لدي كان له عند بدء سفره، فيعجب ويسأله عن بقصة فيدهن لأخ بعده من السفر بدوره من هذا بكر يدي أصاب حاء بقول لأخ العائد من السفر أن لا أفهم، فهي هي ساعتي بي يدي وبني دفعها على ساعتك خطه سافرت، بشه إلى أن الرحلة ستعرق أربع ساعات فقط، وأن لا أشك في هذا فقد تناولت معك هذا في مطار طعمم للظهور، وم سارل في الصاروخ إلى وجهه غباء و حدة بقدر كبرت يا أخي هؤلاء «ولادك» عجب وذن فما عنه لأخ منتظر على الأرض بعشرين سنة لم يكن بالسنة إلى سفيقه المسافر عبر الفضاء بسرعة تصاب سرعة لصوء سوى ٤ ساعات هذا بدل بوصوح على أن زمان بالسنة إنيهما يس واحد، بل لكل مهي زمانه الخاص

ويؤكد البعض أن هذه القصة خياله تمكنه لرفع فعلاً أو بوقت وسائل للمواصلات بسر سرعة مقدرة سرعة لصوء وأن لسبب في اختلاف الزمن بهذا الشكل لا يرجع إلى طول المسافة التي قطعها المسافر، بل إلى ارتفاع سرعته إلى الحد الذي يجعلها تقارب سرعة لصوء. ويقولون إننا لو أمكن صنع صاروخ تزيد سرعتها عن سرعة الضوء (وهذا ما يتناقض مع مبدأ نظرية النسبية هذه) لأصبح في الأمكن رؤية حوادث مادية والأشخاص حين كم كانوا أثناء حياتهم ذلك لأن فعل الرؤية يعتمد، كما هو معروف، على الصورة التي تصلب الأشعة الصوتية إلى العين فالأمواج الصوتية تحمل أيضاً صور الأشياء، ولذلك فالناس الذين عاشوا قبل مد سبر أو قرون أو مئات أو آلاف القرون، والذين كانت لأشعة لصوتيه الوجود في وقتهم تحمل صورهم، يمكن رؤيتهم من حديد ستمك من السحاب بأمواج تلك الأشعة بواسطة صاروخ تزيد سرعته عن سرعة الضوء

هذا من جهة، ومن جهة أخرى فيما أن الأمواج الصوتية تسعري في حركتها بعض الوقت، فإن الصور التي يحملها إليكم تنحني إلى ما هي ضرورة لا إلى ما سميها بالخاص وهذا هو المبدأ طبق على مراقبه النجوم فالحمه انعطية التي سراما هي هذه الانعطية ليست للحمه انعطية كما هي لأن هناك في مكانها، بل إن ما شاهده هو فقط صورتها كما كانت مد ٤٧٠ سنة، ذلك لأن لصوء الذي نرسمه إلى هذه الحمه والذي يمكننا من مشاهدتها لا يصل إلى إلا بعد ٤٧٠ سنة من تاريخ انطلاقه منها وهذا يقول إن الحمه انعطية بعد عما بمسافة ٤٧٠ سنة صوتيه والسنة الصوتية اصطلاح من اصطلاحات علم الفضاء وهو قياس للأطول، وبعبارة المسافة التي يعطها لصوء في سنة واحدة بسرعة ٣٠٠ ألف كلم في الثانية! أما الشمس التي نلظر إليها الآن فهيست سوى صورة ها كما كانت مد ٨ دقائق صوتيه لأن ضوء الشمس يستغرق ثواني دقائق للوصول من قرصها إلى الأرض وكذلك العمر فحين نراه كما كان مد ثايه صوتيه وهكذا حين وجه صاحبك الذي بعد عنك ثلاثة أمتار ليس هو وجهه الآن حين نراه، بل وجهه كما كان قبل لحظة زمنية تقدر بحره من مائة ميون حره من الثانية

إن هذا يؤدي بنا إلى طرح مشكلة التآني Simultaneous (أي سراما الحوادث) من وجهة نظر النسبية لفرص أن ملاحظاً، وليكن اسمه أحمد، يجلس على مقعد وسط لعربة

لوسطى من القطار بحيث يكون على نفس المسافة من مقدمه القطار ومؤخره، وليكن هذا القطار يسير بسرعة منتظمة ونفرض أن زمناً له، اسمه ابراهيم، يقف على جانب سكة الحديد يراقب لقطار لنفرض أيضاً أن في القطار جهازاً تم صنعه بشكل محدد يرسل شعاع صوتيه من مقدمه القطار ومؤخره معاً، وفي نفس الوقت بمجرد ما يكون أحد مقدمه تمام زميله برهيم عند مرور القطار إن هذا يعني أن أحمد برهيم مشاهدان في نفس اللحظة الشعاعين اللذين يرسلهما لقطار من مقدمه ومن مؤخره، فهل هذا صحيح؟

إذا سألنا برهيم وهو يقف على الأرض بجانب سكة فإنه سيقول لقد رأيت الشعاعين معاً في نفس الوقت، بمجرد ما كان أحمد وسط القطار في وضع معين في تمام أن أحمد الذي يوجد جالساً في مقعد منتصف القطار تمام، فإنه سيقول لقد رأيت أولاً لشعاع الشعاع من مقدمه لقطار، ثم بعد ذلك لشعاع لآخر مسعث من مؤخره أي أنه شاهد الشعاعين في نقطة بعد عنه قليلاً في اتجاه مؤخره القطار في حين أن أحمد شاهد الشعاعين في وسط لقطار تمام إن السبب في هذا الاختلاف هو أن أحمد يسير مع القطار في اتجاه الشعاع المسعث من مقدمه لقطار أما ابراهيم فهو ساكن لا يتحرك ويد من مستحيل على أحد والبرهيم الاتفاق على نقطة سلائي الشعاعين في لحظة واحدة معينة وتكفي أهم يستحيل عليها الاتفاق على برامس الأحداث، لأن كلاً منهما يقيس الأحداث حسب منظومته المرجعية والمنظومه المرجعية التي يستند عليها أحدهم تحرك بالسرعة إلى الأخرى وبالتالي فلكل منهما زمانه الخاص فلا وجود، في هذه الحالة برمان عام بينهما

#### (د) انكماش الأطوال

وكما أنه لا وجود برمان عام مطلق، فلا وجود، كذلك، لكن عام مطلق فالخير المكاني الذي يشععه جسم من الأجسام مختلف باختلاف ملاحظين الذين يتحرك بعضهم بالنسبة إلى بعض لنرجع إلى المثال السابق، ولنفرض أن هناك شحرتين على جانب سكة الحديدية بحيث تكون لوجده بينهما مقدمه لمقدمه القطار والأخرى مقابله لمؤخره، ودبت عندما يكون أحمد مواجهاً عاماً لأمرهيم إن البرهيم الذي يراقب لأمره من الأرض (وهو ساكن) يسمع أن طول لقطار يساوي طول المسافة الباصه بين الشحرتين، لأن الشعاعين الصوتيين وصلاه في لحظة واحدة، عندما كان مواجهاً برهيم أي عندما كان مواجهاً منتصف لقطار تمام أما أحمد الذي يجلس داخل لقطار وفي مقدمه تماماً، فإنه يسمع شيئاً آخر إن الشعاع الصوتي مسعث من مؤخره القطار لم يصبه إلا بعد برهيم من وصول الشعاع لآخر المسعث من مقدمه لقطار وبما أنه يعلم أن سرعة الضوء ثابتة لا تزيد ولا تنقص، فإنه يفهم بأحر وصول الشعاع المسعث من مؤخره القطار يكون هذه المؤخره في مكانه قد وصلت بعد إلى شجرة أخرى عندما كانت مقدمه لقطار مقابله تمام بشجرة شبيهة لشيء الذي يعني أن لقطار في تحركه - أطول من المسافة الباصه بين الشحرتين وهذا فالقصر يتحرك طول بالنسبة إلى من يركب عليه مع بالنسبة إلى من يراقبه من خارج

وليس لشيء يقابل بالنسبة إلى الأشياء الموجودة داخل لقطار والذي يراقبه من

خارج يبدو به أقصر مما هي عليه داخل المقطع ، مثل يبدو الأشياء الموجودة خارج المقطع أقصر مالمسه إلى من يراقبها من داخل المقطع ، و «عنده» مالمسه إلى من يراقبها من الأرض وانسب في هذا لاختلاف راجع كقرب إلى أن يراقب الأول بسبب في قياساته على منظومه مرجعيه ( لقطار) يخلف عن منظومه المرجعيه التي يسد عندها الثاني (الأرض) وهو اختلاف راجع إلى كون الموجد منها يتحرك بالمسح إلى الأخرى

### (هـ) تمدد الكتلة ونحوها إلى طاقة

وكم يختلف الزمن والمكان باختلاف المنظومات المرجعية التي يركز عليها من يرصد الأحداث ، يخلف كل الأجسام كذلك باختلاف سرعة هذه الأجسام بدءاً الأساسي في هذا المجال هو لاني تتوقف كتلة جسم ما على حركته ، فهي تزداد بزيادة السرعة وإذا قامت سرعة ذلك الجسم سرعة الضوء مالت كتلته إلى اللامية

سبب هذا وحسب ، بل إن نظرية النسبية تربط بين الكتلة والطاقة وفقاً لا معادلاته هـ فالتطابق ما كتبه مبي كان نوع هذه لطاقة (الحرارة مثلاً لها وزن الجسم يربى أكثر عندما يرفع درجة حرارته منه عندما يخفض) وعندما يسخن جسم ما فإنه يفقد جزءاً من كتلته وكتلته جسم ما ، منها ضغوب ، تنحرف إلى طاقة عظيمة ، وهكذا يهازم مبدأ حفظ الكتلة في الفيزياء الكلاسيكية ، يصبح الكتلة شكلاً من أشكال الطاقة وحسب ، وهذا الاعتبار ، فالذرة مثلاً عبارة عن طاقة مكثفة في نقطة صغيرة من الخير لذي تشعنه طاقته يمكن أن تنحرف عن شكل ضوء وحرارة يعان سطحة محيطه هـ فلو فرضت أن جسم كتلته عزم واحد (أي وزنه عزم واحد تحول كله إلى طاقة ، فإنه سيعطى ما يعادل لطاقة وحرارة ونفسوية) التي يمكن أن يحصل عنها بإحراق ٣٠٠٠ طن من الفحم الحجري (ومن هـ بعينه لدرية) ويمكن أن «تسجل» مقدار الطاقة التي يمكن أن تنحرف إليها كتلة ما يد عرف أن الطاقة تساوي حاصل ضرب الكتلة في مربع سرعة الضوء (ط = ك ن<sup>2</sup>) على أن سرعة الضوء هي ٣٠٠ ألف كلم في الثانية

كس هذه المعبر ب التي تحدث عي لا يمكن ملاحظتها حسياً حتى ولو أمكن التقييم بالحساب المذكور ، باستثناء ما يعنى بالزمن فان من وحده هو لذي يمكن الشعور باختلافه من ملاحظه لأخر ما ما يتحقق الأطوار من انكشاف وكتلته من عدد فلا يمكن دراهه حسياً ، فالحساب وحده هو الذي يدل على ذلك و ليس الأساسي في هذه سمعت من الناحية الحسابية هي عبارة حركته التي تدخل في التحويل المتورري

$$E = \frac{m^2}{2}$$

كـ ر م ذلك من

## سادساً - نظرية النسبية المعممة

حيث ما تقدم نعلم نظرية النسبية المعممة التي تدرس حوادث في إطار انعطومات المرجعية العنيدية، أي في إطار سرعة نسبية مستقيمة فهي جمع الأسماء المذكورة كما نعرض أن الأحكام المتحركة تطلق من نفس السرعة ونسبى محافظه عليها

أما إذا فترتب أن جسم تطلق سرعة معينة عندما يكون رء ملاحظ يرافف الأمور من منظومة مرجعية أخرى، ثم يأخذ سرعة ذلك جسم في الزيادة أو النقصان بشكل منظم، ممدد و تنقص به في كل ثانية مثلاً فإن ما سنخري من حوادث، في هذه الحالة، هو من خصائص نظرية النسبية المعممة، وهي أكثر صعوبة وتعقيداً وفيها ين بعض ما نكرهه ونأثجه

### ١ - السقوط الحر تساوي مجال الجاذبية مع التسارع

نذكر نظرية النسبية المعممة، على مبدأ سمي نصه كما يلي يبقى الجسم في حالة سقوط حر، ما دام غير خاضع لتأثير أية قوة كهروستاتيكية ومعنى ذلك أن التسارع والجاذبية متكافئان، وأنها معا عبارة عن سقوط حر

نعم هذا مبدأ لا بد من تعهد وأمثله

لنعرض أن خصائص الجاذبية فاعرة مرء، ونفس العربة مبنوء مرء أخرى، وأن هذا الخصائص يستعمل أقصى قوة في الخالدين معاً فإذ سلاحظ أن سرعة الخصائص ستكون أكثر عندما تكون الجاذبية فاعرة، عنها عندما تكون مبنوء. إن الخصائص التي لنموه التي بسبب الحركة والسرعة والجاذبية في حالة فاعرة مثل جسم حبيب لروب، وفي حالة مبنوء مثل جسم ثقيل، وبما أن القوة التي تستعملها الخصائص في حالة الأولى هي نفس لقوة التي تستعملها في الحالة الثانية فإن تغير سرعة العربة ر جمع إلى رء (أي كنسبة) وباستطاعت نعلم هذه النتيجة فكلون توقف سرعة جسم ما على كتله فإذ رء كتله فب سرعة وإذا فقصت كتله فب سرعة

وبناء على ذلك يمكن أن ندرج بين كتله جسم وكتله جسم حر الجاذبية إلى مرء عنها فإذ خصائص هذين الجسمين لتأثير نفس القوة، وكانت سرعة كل منهما مختلفة عن سرعة الآخر، فبما أن الجاذبية أسرع أو أضعف هو أكثر رء أي ذو كتله أكبر فإذ كان لأول بسر سرعة كيلومتر واحد في الساعة والذي سرعة ثلاثة كيلومترات في الساعة، فإذ إن كتله لأول كم ثلاث مرات من كتله ثاني

ب هذا رء، طريقة يمكنه لقياس كل لأحسام، طريقة عكس من قياس لروب ولكنة بقي نفسه فب الشكل سميها وكتله لعطانية  $mass \cdot murt$  لأن مسه على مسه عطانية الذي فب به عاليه وصداه نوس كما يلي «بقي جسم ساكن» أو بسر في حركة

عن خط مسقیم وبسرعة ثابتة ما لم يكن حاصفاً لتأثير قوة حاذجیهة<sup>٣٠</sup> لقد انتعشت العربیة من السكون إلى حركة، وهي تفعل من سرعة أدى إلى سرعة أعلى (أي تسارع) بفعل قوة الحصان هذنیة وضح ولكن ماذا تفل قوة الحصان هذ، فی ضوء مبدأ العطالة؟

نفرص أن هذا الحصان یحر العربیة المذكورة فی أرض حشنة فیها أحجار وتراب وحجر لا شئ أن الحصان (أي قوته) سیلاقی صعوبه فی حر العربیة لأن الطریق (أي حركات العربیة مع الأرض) تقاومه أن ید فرصه نه بحرها فی أرض منسأة حد، فین عمیه لحر سیکون سیله وسرعة کبر، لأن مقاومه لاحکاک صعیفه وادن فوعیه لطریق هذ یعبد دوراً أساسی فی تحدید تسرعه بسبب لاحکاک والمقاومه إنه کما كانت مقاومه لطریق صعیفه کما ازدادت تسرعه وبو فرصه نه بعربة و أي جسم حر محض لا یلاقی أنه مقاومه من هذ النوع (أي یسر فی القرع) ذک فی حاحه یل قوة الحصان أو أنه قوة حرى جعله یحرکت باستمرار، بل إنه یستمر فی حركته

وید أحد هذ خمسة نفس الأعمار وربط بینها وین من هذاه قبل، من أن سرعة العربیة یكون کبره ید کانت بعربة حقیقه، ونكون صعیفه عسما یكون العربیة نفسه، فهنا ماذا سمنا هذاه انکتبه - کتلة العربیة - وکتبه لمعطالة هذاه من جهة، ومن جهة اخرى، وید نظرون یل لملافه من قوة الحصان وکتبه العربیة وتراب سرعها (سارعها) أمکتب ستحللص القصور السلی

#### القوة = كتلة العطالة × فی التسارع

ومعنی ذلک ر قوة الحصان یمكن تقدیرها باستطر یل نکتله لئی جرها (تسیره أو صعدرة) والسرعة لئی یسر بها ید کال هذاک حصان یجران نفس الکتله بسرعة مختلفة قد عن سیرع مهبی به أكثر قوة من لثانی وید کما یسه ان نفس سرعه ونکن أحدهما یحر کتله أكثر من الکتله لئی جرها الآخر، فذ عن الأول إنه أكثر قوة من الثاني

لحفظ هذ تقارون یل حین، واستطر لأن یل الطریقة المعتادة یقی یقدر بها أوزان لأجسام، طریقه استعمال یسر - ومعلوم نه ید وضع جسمین عن کفی یسر ر، فذ عن یدی یسر نکتفه نه أنفس من لآخر، أي ر له کتله أكثر ونکن هذ یسر الجسم نکتله یسر؟ وبعبارة عم ماذا یفظ الأجسام؟ بسبب هو الثقل، ی م عه نه یحاذیه لأرض فهو أن جسم ما لا یضغ حادیه لأرض یقی سادح فی الفضاء (کی شاهد دحل أنفس یفصده عن شائه سقره حیث یدور أنه لفضاء وکانه یسح فی هواء) ویدش سمي نکتله یی عسما هذ شکل - یسر - وکتله اثقل، Masse pesante

وید ان سادح یقال یبسر کتله جسم یم 'طریره الأولى سبه عن مبدأ العطالة

٣٠ غیبت نظامه سقوط الأجسام کی درسها عالیو فی فصل لار م یسم الأول من هذ کتاب

وإد العنصره انشبه اسمه على حاديه أي على الثقل فهل هناك فرق بين كتلة العطالة وكتلة الثقل؟

لنحسب عن هذا السؤال يجب أن نلاحظ أن الجسم يذلي بدفعه أو بحره على لأرض يسمى ملبصاً بالأرض، بمعنى أن الحاديه الأرضيه لا تؤثر فيه وبعبارة أصح أنها تؤثر فيه بنفس الشكل والقوه في جميع نقطه وجميع أماكنه لتي تحتها في سرعه إن قوه الحذب هه هي هي، سواء كان الجسم ساكن أو كان متحركاً، سواء كان سرعه منتظمة وبسرعه متسارعه ومعنى ذلك أن حاديه الأرض لا تمارس على كتلة عطاله أي تأثير هه في حين أن حركه الجسم من أعلى إلى أسفل (سقوطه) تنحصر - كما رأيت - لقوه حاديه شكل أسمي فهو لم يكن هناك حاديه لما كان هناك ثقل

وإد، فإن الفرق بين كتلة العطالة وكتلة الثقل هو أن الأول لا تتدخل فيها قوه الحاديه، أي لا تحدده قوه الثقل، في حين أن لثانيه محده أساساً بقوه الثقل، أي بتأثير الحاديه

وإد أدركنا هه يعني هه أن سواء ما هي العلاقة بين كتلة المعده وكتلة الثقل، هل هه مساويتان أم لا؟

لقد أوضحنا لحره أنها متساويتان وهه ما كان معروفاً منذ غاليليو وهه أيضاً ما كانت برعيه لغيريه الكلاسيكيه، ولكن بدون أن نهم بالبحث في سبب تساويهما. إن البحث في هه الموضوع هو - كما يقول أينشتاين - نقطة الانطلاق الأساسيه نحو نظريه نسبيه فكيف نشرح اثنين تساوي الكتلان؟

لنعد إلى غاليليو ونراسته لطافه سقوط الأجسام، فقد توصل كما نعرف، إلى بعض أساسيين هما

الأجسام تسقط كلها، في الفراغ، دفعه واحده، وبسرعه كما نعرف، مهما اختلف وزنها - أو الكتله - لا يؤثر في سرعه سقوط الجسم

- قوه الحاديه تعوض انشابه لتي يلقاه الجسم لساقط من الهواء (الجسم الثقيل يسحب إلى الأرض بقوه أكبر من انحداب الجسم الخفيف، نظراً لأكبر وزنه، ولكن كسر الوزن يجعل هه الجسم معرضاً لمقاومه أكبر من طرف الهواء، فتتساوى سرعه سقوطه مع سرعه سقوط الجسم الخفيف)

وإد، ربط هه بما نراه قبل، من أن الجسم ينحصر للقوه التي بحركه (الخصار حسب كتلته يقاوم الحركه بنسبه عندما تكون كبيره جداً، وينحصر لها عندما تكون خفيفه، سن

من جهة أن كتله الثقل تعني قوه الحاديه

من جهة أخرى أن كتله عطاله تتعمق بالقوه الخارجيه بحركه وقد كنا قررنا قبل

ب خادبيه لا علاقه هه بكنبه عطاله الجسم، و أن الأجسام تسقط كلها في الفراغ بسرعه واحده

إذن كتلة الثقل تساوي كتلة العطالة

ويعرف الفيزيائيون عن هذه الخصيه كى بى إن تسارع الجسم الساقط سقوط حر يرد بزيادة كتله ثقله، ونقص بعضا كتله عطاله، وى أن جميع الأجسام الساقطه سقوط حراً تسارع سارعاً ثباتاً، فإن كتلة الثقل وكتله العطاله متساويان

هه من جهه، ومن جهه أخرى يتضح كى مبنى أن بقوة التي يحدث بها جسم، ب لأرض تتعلق بكتلة ثقله، وشده مجال الجذب ( الجسم الخفيف اد أنقى به من غير شدهى قد يسمى محققاً في بعضا - فالرشه يعرأ خعه ورنه من جهه، وبعده عن مركز جذب الأرض حيث تضعف شده مجال الجذب)

إذن، يمكن صناعه هذه الخصيه كما بى

(١) القوة = كتلة الثقل × شدة مجال الجذب

وكذا عند استحداث من قبل قانوناً شبيهاً به عندما ك نحلل كتله العطالة، وهو

(٢) القوة = كتلة العطالة × التسارع

وإن تأمل هذين القانونين وربط بينهما نستخلص أولاً من (٢) أن

(٣) التسارع =  $\frac{\text{القوة}}{\text{كتلة العطالة}}$

وسنخلص ثانياً بتعويض بقوة في المعادله (٣) بصمتها في المعادله (١) ما يلي

$\frac{\text{كتله الثقل} \times \text{شده مجال الجذب}}{\text{كتله العطالة}} = \text{التسارع}$

الشيء الذي يمكن أن نكتنه كما يلي

(٤) التسارع =  $\frac{\text{كتله الثقل}}{\text{كتلة العطاله}} \times \text{شده مجال الجذب}$

وبما أن كتله الثقل وكتله العطاله متساويان، فإن علاقه

$\frac{\text{كتله الثقل}}{\text{كتله العطاله}} = 1$

يد

(٥) تسارع :  $\times$  شدة محو حدث / شدة محو حدث

ومعنى هذا أن قوة الجاذبية هي نفس قوة العطالة، أي نفس قوة التسارع الجاذبية،  
ناب، نالسة إلى يشين، ليس قوة، بل هي جبرة من سقوط حر

وهكذا فمفهوم السقوط حر، في نظرية نسبية معمجة يشمل تسارع وموه  
والجاذبية فالأصل أني ندو حور الشمس هي في حالة سقوط حر، وكذا في  
دور نه حور لأرض، ومثل ذلك الكوكب مصاعه و حجر اساقط من على صومعه هو  
نصف في حالة سقوط حر (بد أهمب مصومعه هو) وكذا النصل نريضي ندي بقعر على  
حور حر، فهو في حالة سقوط حر (بد أهمب مصومعه هو) أن السحصى ندي نصف  
برحيه على لأصل فهو يس في حالة سقوط حر لأنه حاصع لنأته الكهروطيسية المبعثه من  
لأرض ومصاعطة على برحيه من نصل إلى أعلى

## ٢ - مثال المصعد

ولرند مسألة وضوح نفس من انشئين مثال ندي لتحويل مصعد يندفع إلى أعلى  
تسارع ثابت ويدخله ربح معه بعض الأدوات مختلفة نوز، بعضها من لصل وبعضها  
من الحديد، وأن مراقب يراف من الخارج (على الأرض) ما يحدث في هذا المصعد

سيكون هذا الملاحظ الخارجي أن منظومي برحيه منظومه عاليه، والمصعد نالسه  
أي يتحرك تسارع ثابت سب الموه الخارجيه لتي نحصع لنأثيرها، ولذلك نرى أن رميلي  
الذي يوجد في المصعد، يحرز داحه حركة مطلقة، وأنه لا يستطيع تطبيق قوانين ميكانيك  
النوتوبه مسه على مبد المعتدله، فهو مثلاً يستطيع أن يقرر - كما أستطيع أن - بأن لأحام  
التي لا تخضع لأيه قوة بقى ساكنه، به وأشياء ومصعده، حاضع وبهاها، خركه نسرعيه  
ثبته وهكذا فهو أطلق من نده قطعة من القطن مثلاً أو قطعة من الحديد لاصطدمت  
لصطبع لوها مع أرضية المصعد، لأن هذه الأرضيه تنحى إلى أعلى، وأكثر من ذلك يحين  
في أن رميلي - وهو داح مصعد - لا يستطيع لفهم كما أستطيع أن، فهو أنه حاول لأدركه في  
لغير أرضية مصعد نفس سب، الشيء الذي نجعل من المستحيل عنيه معادله أرضية  
المصعد والقيام ب سببه لقرر إلى أعلى

ذلك ما يقوله ملاحظ الخارجي أن رميله فوجود داحل المصعد فين له رأي آخر إنه  
يعور، بس هناك ما نحملني على الاعتقاد بأن مصعدي يوجد في حالة حركة مطععه نعم أنا  
أوافق على أن منظومي برحيه، فركره على مصعد سب منظومة غاليه، فهي تسارع  
وعلا ولكني لا اعتقد أن هذا التسارع أنه علاقة مع الحركة خطفة إن الأشياء بي أحلها  
معي - نقطر و حديد - تسقط كلها، لأن المصعد واقع تحت تأثير الجاذبيه إن الأمر نالسه  
في لا يختلف عه نالسه أو أي ملاحظ على الأرض ينسر سقوط لأحام الجاذبيه



هكذا نعلم ملاحظتنا من حدوث تسكون مختلف الملاحظ خارجي نفس الحركة داخل المصعد المتسارع الذي نحس به عند الأحرار، أما الملاحظ الداخلي فهو نفس الحركة الحادية وكون التسارع يكافئ حاديه وحالات الملاحظين في تفسيرها إلى ترجيح إلى اختلاف منظوميتها مرجعيتين وبإمكان الملاحظ الموجود داخل المصعد أن يفسر حدوث ذلك من مصعده إما بحاديه كمن فعل من قبل، وإما بالتسارع إذ من ملاحظاته على كون المصعد يتسارع إلى أعلى مثله فعل زميله المراقب من الأرض. ينهي بعد ذلك عند الملاحظ الخارجي نقول إن مرجح الموجود داخل المصعد واقع في حالة حركة مضطربة، غير مستقيمة وهو اعتماد لا بصمد بهد، إذ كيف يمكن وصف حركة ما بأنها حركة مطلقة إذا كان بالإمكان الاستمراء عنها وتمويهها بتأثير حاديه؟

### ٣ - الطاقة لها كتلة

لنضع المثال السابق فيلا حتى نكشف لنا حقيقة أخرى ونفرض لآ أن المصعد يسرع على ثقب صغير في حذره الأرض، وأن شعاعاً صوتياً يدخل عموداً من الثقب إلى داخل المصعد، وأنه بالتالي يرسم على الحدار المقام، محرقاً الفراغ الموجود داخل المصعد، لسؤال لأن هو هل يمر الشعاع داخل المصعد في مسار مستقيم أم أنه يسلك طريقاً منحرفاً؟

إن المراقب الموجود خارج المصعد سيقول بما أن المصعد في حالة تسارع إلى أعلى، وبما أن الشعاع يحس إلى بعض الوقت لقطع المسافة التي تفصل بين الحدارين، فإن رسمه على الحدار المقام سيتأخر عن مروره بالثقب، ولو مره قصيره وفي أثناء هذه الرحلة يكون المصعد قد تحرك إلى أعلى، مما يجعل الشعاع يسقط عن الحدار المقابل في نقطة منخفضة منه إلى لثقب وبالتالي لا بد أن يكون مسار الشعاع مسراً منحرفاً إلى أسفل

أما المراقب الموجود داخل المصعد فإنه يرى رأياً آخر يقول بما أن كل ما يوجد داخل المصعد حاصص بتأثير الحاديه، فمن هناك أية حركة متسارعه، بل فقط تأثير مجال الجذب وبما أن الشعاع الصوتي لا ورن به، فإن الحاديه لا تؤثر فيه، وبالتالي فإنه مساره سيكون مستقيماً داخل المصعد

ماذا يحدث الرجلان؟

واضح أن الرجل الموجود داخل المصعد يجهل نظرية نسبته، وإلا لما قال أثناء استدلالاته إن الشعاع الصوتي لا ورن به، وبالتالي لا توصل إلى نتيجة سخيفة لتلك التي قال بها زميله. لقد رأينا أن نظرية النسبية المقصوده تقوون إن لطافته كتله، وبما أن الضوء طاقة لا بد أن تكون له كتلة وكتلته هـ من النوع الذي سميه كتلة العطالة. وبما أن كتلة العطالة تساوي كتله الفعل كما بينا قبل، فلا بد أن يصح لشعاع الصوتي داخل المصعد لتأثير الحاديه، وبالتالي لا بد أن يحرف قليلاً خلال سيره من الثقب إلى الحدار المقابل، مثله في ذلك مثل أي جسم آخر يهبط سرعه كبره من سهم قوي في اتجاه أفقي. إذ لا بد أن

ينحرف هذا الجسم إلى أسفل بفعل جاذبه الأرض إلى أن ينتهي به الأمر إلى السقوط وهكذا فهو أن الملاحظ للوجود داخل الفضاء أدخل في حسبه كواشعاع لعضوي يحمل حافه وأن المطفه ها ورن لما احتلف مع زميله

برى هل منحرف الأشعة فعلاً تأثير الجاذبيه؟

لقد تأكد العلماء من ذلك أثناء كسوف الشمس عام ١٩١٩ فقد رفسوا شعاع نجم كان يوجد على استقامة واحدة مع طرف قرص الشمس أثناء كسوفها، ولاحظوا فعلاً أن الشعاع قد منحرف قليلاً عند مروره قرب الشمس بسبب تأثير جاذبيتها عليه. وقد تجرته أكدت، ضمن مجرب أخرى، نظرية النسبية لمعجمه ومع ذلك فإن ذلك كثير من العلماء غير مفتعين بما تفرده من نتائج وهذا على عكس نظرية النسبية المقصودة التي أصبحت اليوم ضمن النظريات العلمية المؤكدة التي سلم بها الجميع

#### ٤ - الجاذبية وانحرف المكان

إن المثال السابق يصعب أمام جعبه أخرى تفرده نظرية النسبية المعممة، حقيقة كون المكان الذي نعيش فيه، مكاناً منحرفاً لا مستوياً كما نعتقد، وذلك تأكيد هدمه ريمان على هدمه أوليفيس

قلنا قبل إن يشتير يقول ليس الجاذبية قوة، وإنما هي سقوط حر والسؤال الذي يحطر ناندس وراء هذه لفكره هو لتالي وإذن ما اسدي بسبب في سارع الأجسام داخل مجال لجذب؟ وبعبارة أخرى لماذا تجذب الأجسام إلى بعضه؟

يجب ايشير إن الكتلة نسب في منحرف الفضاء وإنما ن يكون لذي نعيش فيه سموم على أجسام ذات كل هائله (شموس، نجوم، كواكب، مجرات) فإنه لا بد أن يؤدي ذلك إلى منحرف الفضاء لذي يحيط بهذه الأجسام، أي لا بد أن يكون لمكان منحرف، تماماً كما يحدث لقطعه من لاسميج (ابونج) عندما نضع عليها حساً ثقلاً فعندما نضع في وسط قطعه من لاسميج كره من البرصا، نصوص هذه لأجزة، مبة في انحراف لاسميج المحيط بها، فصيح كروي الشكل وسو أنا أطلقاً حساً صغير (كره صغيره من الحديد مثلاً) وبركانه يتحرك بحره (سقط سقوطاً حر) حول كره البرصا لذي أحدث ميلاً في لاسميج لا نجد ذلك الجسم الصغير مسار منحرف وهكذا فالأجسام السقطه بحره في منطفه يوجد فيها مسار منحرف بفعل كتله ما، لا بد أن تسع في خط مسرف شكلاً محسباً والمسار لئحرف في الفضاء هو الذي يسمى بالجاذبية وهكذا نجد كتاب ميكانيك نيوس تفسر دور الأرض حول الشمس فهو جذب برطفه سمي حسب قانون جاذبيه، فإن نظرية النسبية سمسه بشرح ذلك كما بين كتلة الشمس صخمة جداً، وهي لذلك تحدث في الفضاء المحيط بها انحرافاً حولها، ولأرض تسر في هذا الانحراف الذي يشكل مدارها حول الشمس

هل سيج من هذا أن الحركة في الكون كلها منحرفة، وأن لا وجود لحركة مستقيمة؟ يجيب أينشتاين بذلك أن الحركة الواحدة قد تكون منحرفة بالنسبة إلى شيء، ومستقيمة بالنسبة إلى شيء آخر. نحيل كره حديد صلب، أو حصاة، داخل عجلة سيارة. فعدنا بدور عجلة سيارة. نحرك الحصى داخلها، فنشكّل هناك خطاً منحرفاً. سيعتبر شكل منحرف. ولكن الحصى تتحرك أيضاً بالنسبة إلى الأرض، وبلا شك كل نقطة على طريق السيارة فهي برسم هكذا خطاً مستقيماً. وذن فالسيارة التي تسير فيه الحصى هو مسار منحرف، إذ نظرنا إليه من حيث علاقته بعجلة السيارة، ولكنه أيضاً مسار مستقيم إذا نظرنا إليه من حيث علاقته بالأرض.

نخلص مما تقدم إلى نتيجة التالى: وهي أن الفضاء (أو المكان) هو بطبيعته منحرف. شبه بالكرة، فهو معلق، تمام كحزبه الأرض المشحونة على كره من خبز، فإذا ألقى ثبّتت بأصبعك خطاً من خطوطها (خط الاسوء مثلاً) رجعت إلى نقطة انطلاقك، تمام كما يحدث من يسافر في اتجاه الشرق، والذي لا بد أن يعود من مصر إلى نقطة انطلاقه إن سار على «استقامة واحدة» ونقول على «استقامة واحدة» لأن ألف مثل هذا التعبير، وإنّما فالحقيقة أن خط سير هذا المسافر خط منحرف. وكذلك الشأن بالنسبة إلى جميع الأجسام. سافط سقوط حراً. فلنأخذ فرضاً أن مسافر خيالاً عاصر الأرض بصاروخ بصوت سرعته من سرعته للصوت قريباً (مثلاً ٩٩٠) فإنه لا بد أن يعود إلى الأرض شاء أم كره. وستكون عودته بعد سنة من رحلته الخاص وهو من مختلف جنس كير عن زمن مسافر الخيال الذي سيقضي سنة من رحلته الخاص على صاروخه (الذي يسير على استقامة واحدة) سيجد، عند عودته، أن الأرض قد مرّ عليها منه معادته هـ، مليارات من السنين. وإذا لم نجد الأرض في مكانها فلا شك أن ذلك سيكون دليلاً على أنها قد انحرفت من الوجود خلال هذه الرحلة الطويلة نسباً إحدى الكوارث الطبيعية الخارقة، كأنفجار الشمس أو غيرها من المحرّات ومجموعات النجوم.

ولن نصدّد هذا أمثال ملاحظتنا الأولى تتعلق بكروية المكان، وضرورة عودته مسافر إلى نقطة انطلاقه. والثانية تتعلق بالزمان. ماذا نعيش هذا المسافر الخيالي سنة من زمانه الخاص بعد مجيئه إلى السنين على الأرض؟

نحصر الملاحظة الأولى في شيئين: أن العالم الذي نعيش فيه «عالم هائي» ولكنه غير محدود. هو عالم هائي لأنه شامل على كمية محدودة وهائية من الزمان والمادة. وهو عالم غير محدود لأن المسافر فيه لا يجد ما يعترض حركته. فليس هناك حد ولا شطآن ولا أي شيء آخر يحد من سيره. فالمكان منحرف ومعلق، وبإمكان المسافر أن يسير في حركته على «استقامة واحدة» إلى غير ما نهاية ولا حد.

أم بخصوص الملاحظة الثانية فوضح أن قصر من المسافر الخيالي راجع إلى سرعته عظيمة جداً. فإذ كان هذا مع يومي (لحرفان) وهكذا يمكن أن يمر ثلاثة أنواع من الزمان.

رمن شخص في حالة سقوط حر، كمن يركب سفينة فضائية تسبح حول الأرض دون أن تكون هناك أية قوة كهروستاتيكية تؤثر فيها، ولا أي محرك يدفعها أو يجرها، ولا شيء يجدها

رمن شخص يعيش في الأرض ويرى من الأمور منها، كما يعيش نحن تماماً

- رمن رجل يطلقه صاروخ بسرعة عظيمة كما يفعل الخيال في أيدي أحدثنا عنه فأني رمن أطول؟

إن رمان الشخص الأول سيكون طويلاً جداً لأنه في حالة سقوط حر وعبر حاصص لتأثير أية قوة ولذلك فهو سيصبح قبل رمية الآخرين (عند يقول رمن أطول، يقصد بذلك مرور عدد من الساعات أكثر من الزمن الطويل هو الذي يمر بسرعة)

أما رمان الشخص الثاني فهو أقصر من رمان الأول، نكوبه وقع تحت تأثير جاذبية الأرض ولا أرض تجريه معاً خلال حركتها فهو بالنسبة إلى رمية لأرض كسبه السواء المسافر إلى لاهي على الأرض في مثال لاجوفا

وأما رمان الثالث سيكون أقصر من رمان الثاني، وبالأحرى من رمان الأول، لأنه يركب صاروخاً يطلقه بسرعة، فهو بالنسبة إلى الثاني بمثابة السواء مسافر بالنسبة إلى السواء الذي بقي على الأرض في مثال لاجوفا

ويمكن القارئ أن يفهم هذا جيداً إذا استعصر في ذهنه طريقة التحويل اللورنتزي التي شرحها قبل

## ٥ - رمان اينشتاين، أو عالم منكوفسكي

اعتد في حياتنا الحاضرة أن نفصل بين الزمان والمكان ونحن نقول مثلاً حدث حدثه الفلانية في مكان كذا، وفي مكان كذا، ولا نقول في الزمان - مكان - حينئذ يحدث عن المكان يقصد به المسافات التي تفصل بين مكان أو بين اثنين أو بين لا من وفيه لكواكب والنجوم، أو بين نقطتين أو عدة نقاط في هذه الزمرة - حينئذ يحدث عن الزمان يقصد «المسافات» الزمانية بين نقطة وأخرى، سواء سبب هذه المسافة شبيه أو دفعه أو ساعه أو سنة عاديه أو سنة ضوئية، وقد اعتد النظر إلى المسافات المكانية مفصولة عن المسافات الزمانية فهذا لا يمنع الزمان في المكان يصحح الخطر وحدثاً محدداً الأشياء بدل طارئين اثنين هو الزمان والمكان؟ ذلك ما قال به اينشتاين في نظريته النسبية لعممه حيث يحدث عن الزمان (الزمان - مكان) espace-temps، وهذا الزمان المعروف باسم ميكوفسكي Minkowski نفس المفكرة، أي دمج المكان والزمان في عدم واحد عرف به عدم ميكوفسكي، في معنى هذا؟

من الصعب، بل من المستحيل عينا، تصور هذا العالم لعدم ميكوفسكي، أو رمان

ايشتين، بصور حياً مشحناً، لأنها اعتدت لعيش في مكان أوفيددي ذي ثلاثة أبعاد إن مكان بشتين - أو عالم ميكوفسكي - عالم رياضي - معدلات الرياضية وحدها تشب امكانيات وجوده وتحدد خصائصه وتقريب هذا لعالم الغريب إلى لأذهان يستعين لعلماء بأمنه حياليه، وهذه نماذج منها

نبدأ بالتذكير ببعض الخصائص الهندسية لعند الذي ألقاه واعتدناه، به عدم يشكل من مكان ذي ثلاثة أبعاد (الطول، العرض، العمق) بحر مسطح أن نحدد موقع هذا المصباح نعلق وسط هذه لعره بواسطة الأحاديث الهندسية، كما يمكن تحديد لحظة اشتعال أو انطفاء هذا المصباح أو لمدة التي بقي خلالها مشتعلاً، وديت يضافه حدثي آخر هو الزمان. فمفهوم إن هذا المصباح موجود على بعد ثلاثة أمتار من هذا الحد، وعن بعد مترين من ذلك الحد، وعن بعد مترين ونصف من السقف وأنه قد ظل مشتعلاً لمدة نصف ساعة من دمه كد إلى دقيقة كد ولكن بإمكاننا أن نحدد هذا المصباح مكاناً فقط، أو زمانياً فقط فنحدد موقعه لا يتوقف على الزمن، كما أن تحديد زمن اشعاعه لا يتوقف على موقعه. وهذا معنى قولنا إننا اعتدنا الفصل بين المكان والزمان وأبنا بعدهما طريقتين مستقلتين أحدهما عن الآخر

إن نظرية النسبية ترفض هذا الفصل، لأنه فصل يقوم على اعتبار الزمان والمكان طريقتين مستقلتين، وهذا رأينا من كيف أن الزمن يمتد من ملاحظ إلى آخر، فيكون «عادي» بالنسبة إلى من هو على الأرض، و«غير عادي» بالنسبة إلى من يحرك في الفضاء بسرعة تعاد سرعة الضوء. فلنكن ملاحظ زمانه الخاص، وأبص لكل ملاحظ مكانه الخاص. فلكل مكان، سبي محدد المسطرة (أي مسافة بين طرفيها، أي حوزها) مختلف طولاً وقصراً بين ملاحظ وآخر، إذ كان أحدهم يتحرك معها في اتجاه طول المسطرة فسطورهما تعلق بالحركة، وحركة زمان وإذن فالزمان والمكان مرتبطان في نظرية النسبية ويتعلق أحدهما بالآخر. فلو أن هذه لعره مصنوعة من الحديد أو البلاستيك المقوى، ولو أمكننا اندفع بها في الفضاء بسرعة تعاد سرعة الضوء في اتجاه الحد الذي يمثل الطول فيها، لاختلف هذا الطول بالنسبة إلى من يقيسه على الأرض عنه بالنسبة إلى من يوجد فيها، وذلك بسبب اختلاف منظومه المرجعية التي يستند عليها الأول عن منظومة المرجعية التي يستند إليها الثاني

إن الآن نفهم هذه لأنها تعرف كيف نحدد الأشياء والحوادث بوسطه بواسطة ميكانيكا نيوتن وقوانين نظرية النسبية. إن متقدمين في معارف وعلمونا ولكن نعلم هذا تقدم سبي، هو تقدم بالنسبة إلى من هم دوت، ولكنه تخلف بالنسبة إلى من هم أكثر ما تقدماً

لنتصور كائنات أقل متقدماً وأدنى من درجته، كائنات تعيش في مكان ذي بعدين فقط، لا تعرف إلا الطول والعرض. أم لا ارتفاع أو العمق فلا تستطيع تصويره ولا تعلمه ولتفكر مثلاً إلى الأذهان سجين أو ممثلين الذين شاهدتهم على شاشة التلفاز (وهي مكان ذو بعدين فقط للطول والعرض)، هم في ألبانهم، كائنات حبيبة تعيش فعلاً في

شاهدنا أن هذه الكائنات لتفترية تستطيع فعلاً تحديد أية نقطة على أرضها (عن شاشة) بواسطة بعض هذه الخطوط والعرض ونكتب لا نعرف لعموم المصباح الخدي في عرفة هذه الكائنات (في الشاشة) مدمج في سطحها، وبكمي تحديد موقعه معرفة بعده عن حدر لظون وحدر العرض

ولكن أنك طلب هؤلاء العملين إنكم لا تحددون موقع المصباح بالنسبة لأنكم تعملون بعده لثالث، أي لا نضع، « هيموك، وتساؤلوا مدهشين ومن معنى لعموم؟ من لي عاباً عن، فهو طوب وعرض ولا شيء غير ذلك، وإذا سألتهم بيه هندسة يستعملون لأحويك نحن يستعمل الهندسة الأوقيانية، فإمكاننا أن نرسم مثلثات ومربعات ومكعبات ودوائر وخطوط مواربه، إن روياء المثلث عدداً مساوي ١٨٠ درجة لأنه من نقطة خارج مستقيم لا يمكن رسم إلا محور واحد هذا المستقيم ونو سألهم، وما مستقيم عدكم؟ لأحويك بيه أقصر مسافة بين نقطتين

للعرض لأن أن هذه الكائنات التفترية تعرضت لحادث خطير، أن الشاشة التي يعيشون فيها، والتي تشكل مكانهم الخاص، قد انبرت بفعل الحرارة وأصبحت عذرة عن نصف كره، بهم في هذه الحدة سيدهشون، لأن قد سمعهم ستعر إن روياء مثلث م تعد مساوي ١٨٠ درجة، والمستقيم صحيح محلياً بماضي بهاء سطح الشاشة (أي مكان الكروي الذي أصبحوا يعيشون فيه الآن) ورغم ذلك كله فلا بد أن يتأقلموا مع هذه المواقع الجديدة لا بد أن يعبرو هندسهم، لأن الهندسة الأوقيانية لم تعد صالحة لهم، وربما سيهتدون إلى هندسة أخرى كهندسة ريمان مثلاً، وحينئذ سيشتبون منكسراً جديدة، وفيرباء حديده وعلمياً حديداً غيباً عن تصور حديد للمكان تصور يعتمد المكان كروي

بعد «تعدم» هذه الكائنات فعلاً، وأصبح غثار عن علومها وهندستها وهي أكثر دقة من هندسة أوقليدس وعلومها لمسية عليها ولكن مع ذلك ما زلنا نعوق عليها من حيث أن يدرك العمق وهي لا يدركه علواناً أحداً أحد هؤلاء المثلثين وسجاء في عرفة لا سقف لها، عرفة يسع ارتفاع حدراتها يصعب سيمتدت فقط في استطاع اهتد فقط أما نحن فستطيع بسهولة الأفلات من هذا السحر «المسوح»، وما ذلك إلا لأن يدرك البعد الثالث

الكائنات التي نحللنا عنها مسجونه في هذه لعرفة العارية لأنها تعيش في عابيين هما بعدان فقط أما نحن فستطيع الأفلات منه بسهولة لأن يدرك البعد الثالث، ونعيش في حزم ذي ثلاثة أبعاد وما دام الأمر يتوقف كله على بعد واحد أصافي، فإما لا تتصور كائنات أخرى أرمي منا تعيش في عدم ذي أربعة أبعاد، هي أبعاد مكانيّة المعروفة مصافاً إليها الزمان كمعد رابع؟

للعرض أن أحدث قصص عنه من أجل أفكاره هذه، وأودع في درجته معناه سقف وأربعة حدرن فهل يستطيع الأفلات من هذا السحر؟ هيئات إن لبرادة معناه من

أبعادها الثلاثة فإذا سار إلى ليمس اعرضه حدار وإنا مدار نحو الشمال اعرضه حدار آخر،  
وإن سبق الحدار اعرضه منصف سحبل الآن كائنٌ غريباً أكثر «نصف» من، يعيش في عدم  
دي أربعة أبعاد فهو يستطيع لافلات من هذه التروية الزمنية؟ نعم بكل تأكيد ثمنا مثلي  
يستطيع نحن الافلات من زمانه لا سقف له ولكن كيف ذلك؟ لا شئ أن جمع المتعدين  
في سحوب هذه الدنيا يتحرقون شوقاً إلى معرفه لطريقه ولكن هل يستطيعون سعيها؟  
كلا، مع الأسف رغم يعيشون في عالم ذي ثلاثة أبعاد وقد وصح السحر على فدهم<sup>1</sup>

ولكن نعرض أن أحدهم قد غلب بصدرة قادر إلى كائن عجيب غريب يدمج لرمال  
في المكان، أي يعيش في عالم ذي أربعة أبعاد إنه في هذه الحالة سمعت بكل سهوه وهذه  
هي الطريقة

إنه مسافر عبر بعد الرابع، أي في الزمان، ويرجع القهقري على خط الزمن إلى  
ذات يوم الذي كانت فيه هذه البقعة التي نبي فيها أنسحر عذره عن أرض عاريه، وحشد  
يكفيه أن يثني عن فسيه بضمه أمتاره مساطمك، حتى يعادر حدود سجن، ثم يعود  
ثانيه على خط زمان إلى أن يلحق. مان اخوته المعتقلين يسكن الدس ما رسوا يعيشون من  
وراء القصاص<sup>2</sup> لقد عبر صاحباً زمانه فغير موقعه، فأقمت من لسجن قبل أن يكون  
السجن، وهذا هو يعود إلى نفس زمان زمانه المعتقلين ولكن خارج السجن لا داخله  
وإن حشني أن يعني لسطاب لقص عليه ثانية، وإذا كان لا يعرف في اعاده لكره ثانية  
فيمكانه أن يضي في الزمان خاصي، الزمان لسي لم يكن فيه هذا السجن ولا هؤلاء القصاص  
الذين يطردونه إلى حاله هذا أشه من دخل لسيب ووحيد لقيهم في نهايه وبما أنه يعرف  
في مشاهدته الفيلم كاملاً، فبه «يسافر» في الزمن، ويرجع القهقري مع التشريط وشاهدته  
مقبولاً أول الأمر، لأنه سينعه من نهايته حتى نداسه، ولكنه يستطيع أيضاً مشاهدته في  
وصعه «الطبيعي» يسافر معه من بدايه إلى نهايته

هكذا، إذن يدمج هذا لكائن لعرب الزمان في المكان إنه «يسافر» في زمان  
وحد يعادر السجن إلى خارجه، أي يحرك في مكان، ولكن حركته هذه ستلزم به القيام  
بحركة في الزمان أيضاً، وفي نفس الوقت فاحركنا بالنسبة إليه حركه وحده يدمج فيها  
الزمان بالمكان اندماج لا انفصام له

قد نقول كل هذه لشطحات الخياليه مجرد أوهام ولكن العلم الرياضي سيحيك  
إن ما نسميه وهماً وحيالاً لا يختلف في شيء عما نسميه حقيقة نفس العمديات الرياضيه  
اللطعه هي نفسها للطعه هالك وإذا كنت تتوهم على أن «حقيقة تكون أقوى وأمتن  
عندما نعم أكثر ما يمكن من الحالات الخاصة، فهي أقوى ذلك إن ما نسميه «حقيقة» هو فقط  
حاله خاصة أما حقيقة الأعم فهي ما نسميه «وهم» وهناك الزمان

عندما أقطع مسافه «م» على خط أحفده بعدد هو «س» بحيث يكون  $m = s^2$   
وعندما أنبع صرري بعد ذلك في اتجاه الشمال وأقطع مسافه «ص» فإن المسافه «م» تصبح كـ  
بي  $m = s^2 + s^2$  وعندما أوصل رحلتي بواسطة طائرة هيبوسونر نغلي إلى أعلى،

وأقطع مساحته «ع» إلى «م» حيز أحسب المساحة «م» التي تفصلني عن نقطة انطلاقي لأولى،  
 كما يلي:  $م = س^2 + ص^2 + ع^2$

وما دمت قد انصلت من البعد الواحد «س» إلى البعد الثاني «ص» ثم إلى البعد الثالث «ع» بدي بمعي من لا تنصل إلى البعد الرابع «د» وأيضاً إلى سبعة الخامس والسادس وإذا كنتيت بالبعد الرابع «د» المساحة «م» التي تفصلني عن نقطة انطلاقي سيكون  
 $م^2 = س^2 + ص^2 + ع^2 + د^2$

قد نقول هذا غير ممكن ومسحك العلم الرياضي ممكن هنا وغير الممكن أمر د  
 سيبان تحب أن نطائره التي يغلبني إلى أعلى (إلى بعد الثالث) توقف في انحصاء عن  
 حركته، وصحبت عجزاً عاماً عن معرفه أي شيء عن حركته في اتجاه بعد الثالث،  
 «صرت كالكائنات لتبصيريوية بي محدثاً عجب قبل قليل ربي في هذه الحانه سأحدد موقعي  
 من نقطة انطلاقي بوسطه «س» و«ص» فقط، فأقول:  $م^2 = س^2 + ص^2$  وإذاً فما دام من  
 الممكن الوقوف عند  $س^2 + ص^2$  وما دام من ممكن أيضاً الانتقال منها إلى  $س^2 + ص^2 + ع^2$  فماذا  
 فليد لا أصيب حرف آخر أي بعد، آخر واكتب  $م^2 = س^2 + ص^2 + ع^2 + د^2$   
 ثم + +

وإذا أردت التدقيق أكثر، فنعلم أن تصوراً لمكان الترامي ذي الأبعاد الثلاثة يقوم  
 في الصيرورة الكلاسيكية على مبدأ أساسي هو اعزاز الفاصل المكاني (د ح) - أي مسافته بين  
 نقطتين معيومتين - ثابتاً دوماً، وفي جميع المنظومات المرجعية وقد أوضحت نظرية النسبية أن  
 هذا المبدأ بعد صحه في ميدان السرعات الكبيرة المقارنه بسرعة الضوء (مثال المسطره) وقد  
 برهن ميكوفسكي على أنه أصعب إلى الأبعاد الثلاثة التي للمكان الواقعي والتي برمر، بينها ب  
 س، ص، ع، بعداً رابعاً مقبلاً  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  (حيث برمر «ص» لسرعة الضوء، و«د»  
 سرعة المنظومة المرجعية، أي سرعه المتحرك) فإن الفاصل المكاني في العلم ذي الأبعاد  
 الأربعة سيكون

دك =  $\sqrt{دص^2 + دص^2 + دح^2}$  وهذا، بعد فصل ثابت دوماً في جميع منظومات  
 المرجعية مهما كانت السرعه إن علم ميكوفسكي هو مجموع كل قيم التي يمكن عطاؤها  
 لـ س، ص، ع، د ومنظومه القيم محدده لكل من س، ص، ع، د تمثل نقطة في  
 هذه العالم ذي الأربعة أبعاد، وسميها ميكوفسكي «نقطة العالم»

وعندما يتحرك المتغير «د» بين  $-\infty$  و  $+\infty$  فإن «نقاط العالم» ترسم خطاً في هذا المكان  
 ذي أربعة أبعاد، سمي ميكوفسكي «خط العالم» لقد تصور ميكوفسكي عالماً ذا أربعة  
 أبعاد يشغل فيه الزمان (ويصبط  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ ) البعد الرابع، أي دور لأحداثي الرابع،  
 بصورة ياصياً لا حساباً، منه في ذلك، مثل لوانشيفسكي وريمان وعمرها من مشي  
 هندسات للاوتليدية.

(٤) سمح في هذا النصيب نص في جزء الأول من هذا الكندر بعنوان «دخلة في البعد الرابع»



## ٦ - المادة والمجال

كما يشيخ يطمح إلى تفسير يكون شاملاً وحاداً للمجال، بمعنى حتر كد  
محاول رجوع قوانين الفيزياء كنها إلى قوانين المجال ومعنوم أن الفيزياء الكلاسيكية تفسر  
لحوادث الطبيعية كنها بلادة و حركة وقد أت من خلال نظرية ماكسويل ونظرية النسبية  
معنومه كيف أصبحت الظواهر تفسر بالمجال، بمعنى أن مفهوم الحركة قد عوض بمفهوم أدق  
هو المجال وهكذا أصبح الواقع طبيعي، ما صغر من ظواهره وما كبر، بقدر بمدى  
ثنى المادة والمجال

أراد يشيخ أن يخطو خطواته أبعاد، فيفسر الحوادث كنها بالمجال وحده، وفيه يبي  
بعض الاعتبارات التي يبي عليها محاولته بحث

يقول أينشتاين إذا، قبل كشف نظرية النسبية، كما ميز بين المادة والمجال، باعتبار  
أن مادة هـ كنها، وأن المجال لا كتلة به وبعبارة أخرى المادة تمثل كتلة، والمجال يمثل  
طاقة ولكن هذا التصور قد تغير بفضل نظرية النسبية التي كشفت أن خصائصه متشابهة،  
وهي أن مادة غيره عن حرات هائل من الطاقة، وأن الطاقة هي عبارة عن مادة وبالتالي لم  
يعد في إمكان التمييز بين المادة والمجال من ناحية الكتلة، لأن الاختلاف بينهما لم يعد كنها،  
بل هو اختلاف كمي فقط، نظراً لأن كلاهما عبارة عن طاقة، فيما تسميه مادة هو عبارة عن  
طاقة هائلة مركزة ومكتنفة في إحدى نقاط المجال وهكذا يمكن القول بوجود المادة حيثما  
يوجد الطاقة مركزة بشكل هائل، ويوجد المجال حيث يوجد المادة أقل تركيزاً وبالتالي فإن  
الفرق بين المادة والمجال فرق كمي لا كمي، وقد أصبح هذا سيكون العلم الذي يعنى به  
عبارة عن بحر يساب فيه ماء زرقاء، توجد فيه بعض الجاعيد، ها وهاء صفحة الماء  
هي المجال، والجاعيد هي المادة

وقد، فسا هذا التصور فإن الخبير الذي يلعب في هواء سيكون عبارة عن مجال معين،  
عبارة عن نقطة مركزة من المجال تنتقل في الفضاء بسرعة معينة، هي سرعة ذلك الحجر  
وهكذا لن يعود هناك في هذا الكون أي مكان حقيقة أخرى غير هذا المجال بعد بحساب  
صياغة قوانين الكهرباء والمغناطيس والحادية على شكل قوانين بيوية (معادلات ماكسويل)  
وتمكّن من إدراك اشتقاق بين الكتلة والطاقة ولم يبق علينا لتحقيق هذا المشروع - سوف  
تعدّل قوانين المجال بالشكل الذي يجعلها تظل صالحة للاستعمال في المناطق التي تتركز فيها  
الطاقة بشكل هائل، تلك المناطق التي تسميها المادة ونحن اليوم يقول يشيخ - لم يمكن  
من تحقيق هذا البرنامج بكفه مرضيه ومفعله، وسيكشف المستقبل عما إذا كان من الممكن -  
أو من غير الممكن - تحقيقه أما الآن فإنه لا بد لنا، عند بناء نظريتنا العلمية، من افتراض  
وجود واقعين ثنيين المادة والمجال

هذا ما قاله أينشتاين في أواخر حياته ولا راب مشروع هذا مجرد فرصة إذا لم تتوصل  
بعبارة إلى ما يؤكد أو يكذبها

\*\*\*

تلك كانت اطلالة سريعة على نظرية النسبية، ولا شك أن القارئ قد لاحظ مدى  
التضاربات التي كانتها هذه لنظرية الفيزياء الكلاسيكية، ومفاهيمها الأساسية ومع ذلك فإن  
الفيزياء الكلاسيكية فيزياء صحيحة وشروعه من وجهة نظر النسبية، ولكننا نعتبرها لا  
كهيكل وحدة محكمة - بل كحالة خاصة من حالة أعم ولذلك فهي يشتمل متمسك بأهم  
مبدأ في الفيزياء الكلاسيكية وهو مبدأ الحتمية - وسيتعرض هذا مبدأ نفسه مرة عبثه جداً،  
ونكن لا من البحث في المبدأ الأكثر لذي أهمية من نظرية النسبية، بل من البحث في  
لعالم الأصغر، عدم لدره والالكترونيات - بقصد نظرية لكواب التي تعرف عليها في  
لفصل التالي



## الفصل السابع

# الثورة الكوانتية

### أولاً: الاتصال والانفصال في ميدان الطاقة

أشرف في الفصل الخامس من هذا الكتاب إلى نظرية الطاقة، ورأيت كيف أخذ العلماء في نصف الثاني من القرن الماضي يطورون إلى الحركة والحرارة والضوء والكهرباء كأشكال من الطاقة. تصف ميكانيكية، والطاقة الحرارية، والطاقة الضوئية، والطاقة الكهربائية فكيف كانوا ينصرون الطاقة على العموم. أمضيه هي، م مقصده<sup>٩</sup>

لقد كان لرأي سائد في حدود نهاية القرن الماضي أن تجليات الطاقة في عصف يتزايدت تتم بشكل متصل. والطاقة الكهربائية سري في أسلاك بشكل متصل، مثلها مثل سوح للطاقة الأخرى وهذا يعني أنه من الممكن تخصيص شدة التيار الكهربائي إلى أقصى حد، دون أن يحدث فيه أي انقطاع، ومثل ذلك تصف الحرارة. فقد كان الاعتقاد السائد بدرجة حرارة جسم ما يمكن رفعها أو خفضها بكمية متصلة، أي بكميات يمكن الترتيد فيها أو لقصص منها، دون أن يحد بكمية محددة لا فصل الجرمية وكذلك الشأن في الضياء الصوتية، ذلك ينظر إلى الإشعاع الضوئي على أنه مكون من موجات تحمل عبر مسافات بعيدة، طاقته صوتية بكميات غير محدودة الضياء، أي أنه يمكن تخصيص كمية الضياء لضرب بصورة متصلة لا نهاية لها

ولكن هذا تصور يعرض نفسه قصصه مفادته عام ١٩٠٠ على يد العالم الألماني ماكس بلانك Max Planck (١٨٥٨ - ١٩٤٧) الذي نادى بأن للطاقة، مثلها مثل المادة والكهرباء، لا تظهر إلا بصورة متصلة متقطعة، أي عن شكل حبات ووحيد بحدته يسمى في الاصطلاح النعيمي بـ الكوانتوم Quantum (وجمع كوانتا Quanta) ولكون تتوهم. إذن هو أصغر كمية من الطاقة يمكن إطلاقها أو امتصاصها

٩ - نرحم نذكر بوليفر بعد الكوانتوم بـ «الحجم» و«الحبات» بـ «تجميع»، و«نجم» بـ «تجميع» و«تجميع» بـ «تجميع» بالاسم، و«تجميع» بالاسم لأنه مصطلح علمي يجب أن يكون جلي

في هي أول النتائج المدهمة عن هذا الكشف الجديد؟

لنتذكر أن ك هررنا - في الفصل الخامس من هذا الكتاب - مع علماء أواخر القرن الماضي، أن الضوء يسري على شكل موجات، لا على شكل حبات كما كان يعتقد من قبل. لقد انتصرت النظرية الموجية «هائي» عندما تقدم ماكسويل بمعادلاته المشهورة التي أثبتت أن الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية. ولأن يفرص علم اكتشاف بلانك للكائن بعلمي الجديد «الكوانتوم» لظفر إلى الإشعاع الصوتي بوصفه حبات من الطاقة تنقل بسرعة. فهل يعني هذا الرجوع مجدداً إلى النظرية الحتمية؟ وكيف يمكن ذلك وهي وحده لا تستطيع تفسير ظواهر أساسية في ميدان الضوء، ظواهر السداخل، والانعراج، والاستقطاب؟

ذلك ما سيتبين لنا بعد الاطلاع على قصة هذا الكشف الجديد

## ثانياً. تجربة الجسم الأسود

يد سلط الضوء الأبيض على جسم ما، فإن هذا الجسم

يما أن يعكس مجموع ذلك الضوء، كما يفعل المرآة التي يعكس أشعة الشمس كما

هي

وإذا أن يمتص ذلك الجسم بعض أشعة ذلك الضوء، ويعكس باقي (ويحس يعرف أن الضوء الأبيض مركب من ألوان الطيف بسبعة) هناك جسم يمتص ألوان السبعة من الطيف ولا يعكس إلا لوناً واحداً، فإد يعكس اللون الآخر سميها أحسام حمراء، وإذا عكس اللون الأصفر سميها صفراء، وهكذا

وإذا أن يمتص الجسم اللون الأبيض بأكمله (أي جميع ألوان الطيف)، وبالنسبة لا يعكس أبداً منها، وفي هذه الحالة يبدو مظهره قسمة جسم أسود. فالورقة مصبوعة بأسود بدخان مثلاً تمتص جميع ألوان الطيف التي يتألف منها اللون الأبيض، ولذلك تبدو سوداء

وهيأتاً على هذه الحالة الأخيرة صيغ العلماء على تسمية جسم الذي يمتص، بالكامل، الطاقة الصوتية المستطعة عليه بـ «الجسم الأسود». وفي أن هناك أحسام تمتص للطاقة الصوتية، هناك بضعه الخان أحسام بصورها (بعضها) كالشمس أو لمصباح وقياس على ما مره من، يمكن أن تصور جسم أسود يمتص بالكامل الطاقة الصوتية التي يصورها هو نفسه

لنتحيز فرداً اصطفاً أحكم علاقه، بحيث لا يمكن أن يتبادل الطاقة مع الخارج ولا شيء من الطاقة يمتد إليه أو يخرج منه)، وأن في هذا القرن مواد مشعة (حمر مثلاً) تبتاع هذه المواد لا يمكن أن يتسرب إلى خارج القرن لأن هذا الأخير مغلق بحكم ولكن لا شيء يجمع أشعة تلك مواد مشعة موضوعة داخل القرن من الانعكاس على جدران

القرن لداحلية، تعود إلى مصلدها، وتقتصر المواد اشعة المذكورة وبعبارة أخرى إن هذه مواد تشع تحت نفس الأشعة التي مصلدها

تلك صورة بديهية عن الجسم الأسود ووضح أن هذا البعث (= الأسود) هو سيجه مواضعه واتفاق بقدر صطلح العلماء عن تسميته تلك المواد اشعة الموصوعة في القرن بالجسم الأسود على الرغم من أن داخل القرن يكون لي الغالب ملون (أحمر باصعاً، أو أحمر قانيّ أو دا هب أبيض أو أزرق) حسب درجة حرارة القرن. وعندما تكون درجة حرارة القرن محصية يكون داخل القرن أسود، وعندما ترتفع قليلاً بصير أحمر قانيّ، وعندما تشتدّ يصير أحمر باصعاً، ثم يبيض إن ذلك يعني أن هذا والأسود يتوقف على درجة حرارة القرن

وليس من الصعب التأكد من ذلك تجريبياً إذ من الممكن أن ندرس لأمر بشكل يسمح لنا بالإحلال على القرن كله من ثقب صغير مثلاً وإذا فعلت ذلك شاهدت في بعض الحالات يوهج القرن بصوء مائل إلى الحمرة، صوء مسحج تمام (أي كنه أحمر ولا لون غيره)، لي درجة يصبح معها متغيراً على أي شيء دخله فالقرن في هذه الحسة يبدو كله قطعة من الذهب الأحمر متوهجة إن هذا يعني أن جميع نقاط القرن (أرضه، حواسه، سقته) ترسل، عندما يكون في درجة حرارة معينة وثابة نفس النوع من الضوء، أي أشعه مسحجه (= غير مركبة) وبإمكاننا توزيع الحرارة بإقامة أقران مختلف حجماً وشكلاً ومواد مشعه، ولي جميع الحالات ملاحظ أن الضوء الذي يصير القرن يوقف لونه على درجة حراره القرن فقط وبعبارة أخرى، إن نوع الأشعة (حمراء، أو صفراء، أو بفسحه) التي يرسلها الجسم الأسود يعرول بهذا شكل ينوقف فقط على درجة الحرارة، لا على الظروف والملائمات الأخرى

لقد استقصت هذه الظاهرة رباط نوعيه الضوء في الجسم الأسود بدرجه الحرره - أسماء العلماء فانكوا على دراستها ومن جهة مسائل لي اهموها حسابة لباليه عند أن الأشعه قسبان مرتبه وغير مرتبه، في هي سسة هذه، وما هي سسه تلك في الجسم الأسود (القرن)؟ كم في مثلاً من الأشعه الحمراء (عند يكون أحمر) ومن الأشعه تحت الحمراء والأشعه فوق البفسحه؟ (وهذان النوعان غير مرتبين) وبما أن يعرف أن الأشعه، المرتبه، وغير المرتبه، تختلف باختلاف أطوال موجاتها (أو باختلاف تواتر موجاتها) كلي فصررت الموجه كان انتواتر أشد وأكبر، فإن السؤال السابق يعني، من لباحية لعدمية، لبحث عن معادلة لربطيه لي تعطي سس أنواع موجات بصريه التي يصير القرن في درجة حرارة معينة، وبعبارة أخرى كمه لأشعه انفلاسه (الحمراء، مثلاً) ولأشعه لغلابيه (تحت حمراء فوق البفسحه اشعه من)

توصل عدم لامكيري ريليج (Rayleigh, 1842 - 1919) - ضمن محاولات أخرى إلى صاعه معدديه ربطيه بعد أن شدة الموجات لصوتية التي يطنها الجسم الأسود تزداد بتواتر الإشعاع وهذا يعني أن كمه الأشعه في الجسم لأسود تنوقف على تواتر موجاتها والضوء المرتي، مثلاً، ذو موجات أكبر تواتر من الأشعه تحت الحمراء، ولذلك كانت كمه

في جسم الأسود أكبر من كمية هذه ، ولأشعة فوق البنفسجية ذات موجات أكبر تردد م  
موجات الضوء المرئي ، ولذلك كانت كميتها في جسم الأسود أكبر من كمية الأشعة المرئية  
وممكن

تدث نسخة استدلاله تعطيها معادته ربيع ولكن فحص شدة الجسم الأسود وفحص  
تجريبياً يعطينا نتائج مختلفة بعد تبين سالفها من تجريبي أن هناك ، في درجه حراره معينه ،  
تواتر معين (أي نوع معين من الأشعة) يكثر اصداره من طرف الجسم الاسود ذو غير  
وأن شدة الضوء (= قوته ، بصيغته ، كثرة موجاته) تتأخذ في نقصان عندما نتعد عن هذه  
النواتر معين ، بربوا أو صعوداً وبعبارة أخرى كشف التجربه أن هناك حده خاصه للجسم  
الأسود ، بحيث يزداد معه لأشعة بي يصدرها بزيادة بوبره ، ولكن فقط إلى حد معين ،  
ثم بعد ذلك يأخذ بسعة الأشعة المصدرة في النقصان إذا تجاوز تواترها حد معين

وربما في الامساح يشير إلى أن لرسم النهائي الذي يعطيه ب معادته ربيع هو عبارة  
عن خطأ صاعد (كنا يزداد التواتر ازداد كميته للضوء) في حين يعطيه التجربه رسماً بيانياً  
على شكل حرف م (يزداد كميته للضوء بزيادة التواتر إلى حد معين ، ثم تأخذ في النقصان  
بزيادة التواتر بعد هذا الحد)

نحن هنا إذن ، أمام مشكلة خطيرة ، مشكلة تناقض لطريقه مع التجربه في العمل ؟  
في مثل هذه الأحوال يجب أن يراجع الباحث نفسه ، فيعيد النظر في استدلالاته على يكشف  
فيها خطأ أو ثغره ، فإن تأكد من صحة استدلالاته أصبح من الواجب عليه مراجعة الأسس  
التي بني عليها هذا الاستدلال راجع رابع رابع معادته هو وكثير من العلوه فلم يجدوا فيها ية  
ثغره ، وإذن ، فلم يبق إلا مراجعة الأسس  
ولكن كيف ؟

إن معادته ربيع مب صمياً على افكره السائله التي تعبر الطاقه متصلة يمكن  
تخصيصها إلى أقصى حد وبذلك يؤدي إلى نظريته انماثله إلى شدة الضوء الذي يطفئه الجسم  
الأسود مناسبة مع التواتر ولكن بي أن لتجربه تكذب هذه النظرية كما شرحنا ، فلا بد من  
مراجعة هذا الأساس ، وبما أن لطاقه إما أن تكون متصلة وإما أن تكون منفصلة ، وليس  
هناك من احتمال آخر ، فإما لا تعرض عكس ما افترضه ربيع ، على الرغم من بسطهم  
بأسس به ناد لا يطلو من كون الطاقه سري على شكل حبات ، أو وحدات لا يمكن  
تجزئتها ؟

### ثالثاً : بلانك وفكرة الكوانتا

انطلق بلانك من فكرة الانفصال ، بفصل الطاقه ، وعثر الضوء عباده عن طاقه  
سري على شكل كوانتوم ، أو كميات (تصغير كم) أي وحدات لا تقبل التجزئة وأحد  
يعتبر عن لكيفية التي تنوع ب لطاقه الضوء في الجسم الأسود ، ربط هذا لنوع بواتر

أشعة ذلك الضوء ودرجه حراؤه ذلك الجسم، فيوصل إلى نتيجة تتوافق تماماً مع معطيات التحرك. فقد لاحظ أن معادله رايبينج يسبحم فعلاً مع معطيات التحرك، ولكن فقط عندما ينمو الأمر بسواير محتمل شيء. لدي يدعي أن لحاد الصوتيه (أي كوسوسم الطاقه) صغيره جداً لا يظهر أثره في الموحات الطويه. ولكن لحرته تكذب معادله. بلع عدم معنى الأمر بالأشعة ذات لوبر الشدته، فهذه هي بعث كوسوسم لطاقه دوره، معنى ب قبعه تردد بترديد برب لاشعاع. ب قيمه الطاقه التي تطبقها الأشعه فوق السطحه مثلاً أكثر من قيمه لطاقه التي تطبقها أشعه لصبوء المرئي، وهذه أكثر من قيمه لطاقه التي تصدره الأشعه تحت حمراء وهكذا، وبعبارة أخرى قيمة الكوانتوم تتناسب مع التوبر

$$L = hf \text{ أو } hf$$

(L = قيمه الكوانتوم هـ (أو h) عدد ثابت مقداره  $6.62 \times 10^{-27}$  ويعرف بـ ثابت بلانك، أما الحرف f) فيرمز للتردد

وباختلاف من هذه معادله عيخ بلانك لجسم الأسود، فتتوصل إلى نتائج تطابق تمام المطافعه معطيات التحرك، نتائج يعطي محباً على شكل حرس

قد يبدو أن المسألة بسيطة لا نستوجب سدهاش ولا تردد. ولكن المكس هو لدي حصل لقد ربك العلماء - في مطلعهم بلانك هذه - ارتباك شديداً بعضهم أوقف أبحاثه وبقي سدهوشاً لا يدري ما يفعل وبعضهم الآخر رفض فكره بلانك واعتبرها سخيفة. والذين أخذوا منهم مسألة مأخذ الجد شعروا بصريح التمريض الذي شيد العلماء منذ غاليليو بنصر وألف، قد أخذ سدهوى، وأن مقصره لا يبرر لتمام، خصوصاً والمصيبة هي نفس أصعب ورفض الفيزيائيين، قوسين لكهرطيسيه لي حفت الوجود، ولاستخدام من فروع الفيزياء وأعطى لتطواهر الكهرمائية ودينامييه و لصبوء تفسيراً معقولاً ومعقولاً بعرره قوة لرهان لرياسي في معادله ماكسويل

انقلاب خطير، هذا الذي أدت إليه معادله بلانك، فقد أصبح لزام على العلماء بـ بحلول عن كثير من المفاهيم والمسلقات و«المبادئ» التي يصورها، صححة، وبقي شينج عبيها، بالثاني، العلم الفيزيائي طول فروع حسب. لقد أصبح لزام عليهم أن يطرحوا جانب سطرية الموحية ويعودوا إلى نظرية الأصدا، النظرية التي تعتبر الصبوء عبارة عن حبات وحبيبات تتصل غير لعراخ سرعة كبيرة. ولكن كيف يمكن القول بهذا؟ كيف يمكن تفسير الظواهر التي أثبتت الطبيعة الموحية للصبوء شكل لا يصل لشك، وعلى رأسها ظاهره الانداحل، وظاهره الانعراج؟

وكما يحدث دائماً، فإن انقلاباً في مثل هذه الخطوة لا يمكن أن يتم من دون معارضة. فلتقديم سلطته على لعمول، وقد شك لاسان في حوسه ولا يشك فيما ألفه واعتاده وأصبح حرة لا يسخر من المفاهيم العقلية التي بها يفكر، وبها يشيد. كان لا يد إدن



من اكتشاف طواهر أخرى جديدة لا تقبل لتفسير إلا بالعودة إلى فكرة الانفصال، حتى يصطر لعارصون إلى التسليم بصواب نظرية الحديد - القديمة، نظرية لاصدار

## رابعاً الظاهرة الضوئية لكهربائية

في الوقت الذي كان فيه بعض العلماء مشغولين بالحسم لأسرد وبورج لطيف فيه، كان علماء آخرون يدرسون ظواهر أخرى من مظهر الضوئية يعرف بالظاهرة الضوئية الكهربائية *Effet Photoélectrique* في هي هذه الظاهرة الحديثة التي سنعرر بقوة حاس فكترة ثلاث وبنر بوصوح بصيغه لحبيسه لنصوء؟

سأفل لجرته نثائية صفيحة، من لمعدر متدليلات، لا يريجه أي بي كهربائي، بسنط حزمه من نصوء قويه على إحدى الصفيحتين، بنا سلاحظ على ألوان بار كهربائية صفيحة قد أحد تنقل من هذه الصفيحة إلى الأخرى ومعنى ذلك أن هناك فاقه من الإلكترونات حذب بعادر صفيحة التي سنط عليها النصوء إلى صفيحة الأخرى فمن أين جاءت هذه الإلكترونات؟ إن انفسر بوجد لدي يمكن يقوب به هو أن نصوء سنط على الصفيحة لأول قد نزع من دراهم مجموعة من لالكترونات بتأكد ذلك إلا أوقف لنصوء اسنط على لصفيحة، ففي هذه الحاله يتوقف لبار الكهربائي، أي تكف لالكترونات عن لانتقال من لصفيحة الأولى إلى لصفيحة الثانية

هذه بالإجمال هي انظاهرة الضوئية الكهربية (النصوء يعطي كهرباء)، كب بسطها امشس أما فو بينها فهي كى بي

إذا سنط على صفيحة لمعدية صوء أقوى مرتين، مثلاً نحصل على عدد من الإلكترونات، أكبر مرتين وهكذا وهذا شيء منطقي لا عر به فيه

ولكن إذا غيرنا طول موجه نصوء سنط على الصفيحة، بحيث استعملنا على السبع أشعة «س» ثم الأشعة فوق البنفسجية ثم الأشعة المرئية (ألوان طيف لشمس)، وبعبارة أخرى إذا ردد في طول موجه، وبإنساني في قوة نصوء، فإن سلاحظ أنه كلما زاد طول اموجه قل عدد لالكترونات المنزعة من لصفيحة وبما أن «زيادة طول موجه يعني انخفاض لتوتر، فإن ذلك يعني أنه كلما ينخفض التوتر ينخفض عدد لالكترونات، وكلما زاد رادت وهكذا فإذا سمعنا أشعة «س»، وهي ذات موجهات صغيرة جداً، وتواتر كبير، اندفع لالكترونات بكثرة ومرعه أما إذا سمعنا الأشعة فوق البنفسجية (وموجهات طول من موجهات أشعة «س» وبإنساني فهي أضعف بوتر) فإن عدد لالكترونات، التي سترع من الصفيحة سقل وهذا شيء غريب حقاً

ووصح أن وجه العر به، هو أن لشعاع بصعيف مثل أشعة «س» أو الأشعة فوق البنفسجية (صعيف بمعنى أن موجهه صغيرة جداً إلى درجة أنه لا يرى بالعين) سترع من

تصنيفه عدده من الالكترونات، في حين ان اشعاع الفوتون، من الضوء الأحمر والأشعة تحت حمراء (موجات أطول)، لا ينتزع من التصنيف أنه لكترونات

أما الفوتون ذاته بلطاهرة لصوتيه كهربائية فهو ي يلى إن عه لواتر لتي لا ينزع ناهل منها أي الكترون، منعمة نظيفة المعدن، وفي أغلب تعف هذه العنه عد الضوء حقيقي

كم يمر هذه الظاهرة؟

بعد بقي العنء مشدوهين أمعها فرة طوبه، ذنت لأن أوب اكشاف ها كان على يد هيربر عام ١٨٧٧ ولم نجد لتفسير المقول إلا عند صندى ها يشين مـ ١٩٠٥، فجاء تفسيره معزراً نظرية نكوت بي فاب بلامك، وكان قد مر عليها حسن سير

ب نظرية الكوسم، التي تعبر الضوء عبارة عن حبات من طاقه، تقدم خلاً كمياً وكلياً موصولاً وصحيحاً هذه الظاهرة ذنت لأنه مسرع لكترون واحد، مثلاً، من التصنيف معدنه في التجربة السابقة، لا بد من طاف، لا بد من مجهود بصرف في عمله الاسترع هذه وهذ مجهود أو الطاقه الضوئية، هو حبه لصوتية بي أطلق عليها ابشئ مد ذلك نوقت سم الفوتون Photon (بعضهم يقترح سميها باسم انسب الصوتية) وهكذا، فعدم نصل الفوتون، أي حبه الصوتية، إلى الصفحه المعدسة يصعبد مع لكترون حر (سحرث بحرية)، فيدفعه بقوة لاصطدام إلى الصفحه الثانية، تمام مثلاً محصل عدم يصعبد كره للغير مع كره أخرى، ويتغير حر إن الالكترون يسوي على كوانسوم انطاقه الذي ينهي معه، فيصنف إلى قوته الذاتية فوه حديده اضافيه، فيصبح مسوفاً على قدر من لطاقه أكبر، ويستطيع بالتالي الانغلاب من التصنيف اعدديه بسرعة معينة

ذلك هو تفسير ظاهره الانتراع أما عه الواتر، فتعسرها كما يلي لكي بم انتراع لكترون واحد لا بد من طاقه كي فف ولعوبول المسعث من الأشعه تحت حمراء - مثلاً - قبل انطاقه لأنه صعي لواتر وقد مرّ معاً عد ففيل أن ففول بلامك يفس على أنه كمي راد لواتر رادب لطاقه، وكلي انحصص لواتر انحصص انطاقه وهكذا يبين أن الأشعه تحت الحمراء، لا تقوى على نزع الالكترونات من التصنيف اعدديه لأنها ذب سواتر صعب، وباتالي ذاب طاقه صعبه وأما الفوتون المسعث من الأشعه فوق البنفسجية فهو ذو طاقة أكبر لأنه شديد سواتر ومثل ذلك أشعه س، التي يفوق توانرها، وباتالي طاقتها، توانر الأشعه فوق البنفسجية وطاقتها ولذلك كانت قادرة على انتراع الكترونات وتمكيها من طاقه عظيمه بمعده بسر سرعة أكبر

وكم هو واضح، فإن هذه الظاهرة لا تصره إلا النظرية الكوسميه الفائلة بأن الضوء هو عبارة عن حبات من لطاقه أما نظرية موجية، فهي غير صالحة ها معاً ذلك لأنه لو كان ل ضوء أمواجاً، لكان من الشوع أن يرداد عدد الالكترونات خترة وتردهد سرعتها، بردداد قوة ل ضوء، أي بزياده في عدد الأشعه، كان سسمن حرمة قوية مد حرمة صعيقة

(مع الاحتفاظ طبعاً بنفس النوع من الأشعة)، فالضوء الأحمر مثلاً لا ينزع أي إلكترون، سواء كان قوياً وهاجاً، أو كان ضعيفاً خافتاً. فانسألة إذن تسوء عن سواتر الاشعاع أي عن طاقة الفوتونات، لا عن قوة الضوء أو ضعفه. وأكثر من ذلك يبقى سرعه الإلكترونات ينزعه بالأشعة فوق البنفسجية مثلاً، هي هي، مهما ردت في عدد هذه الأشعة، ولكن إذا استعملت أشعة سر، وهي أكثر سواتراً، وبالتالي أكثر طاقة، فإن سرعه الإلكترونات يزداد بشكل ملحوظ. ويمكننا تقريب هذه الظاهرة عن الأذهب، بالفضة - مع إيشين - إن أمواج البحر لا تنزع من الحدر مصوع من الأسمنت ولدي تتلاطم عليه في الشاطئ، أنه حجارة، فهي كثر هذه الأمواج. أما إذا تعرض الحدر المذكور لسوايل من الرصاص، فإنه لا بد أن تحدث فيه ثقوب، أي لا بد أن سرعه منه أحرء معينة وسكثرت هذه الأحرء، وتزداد سرعه انطلاقها من الحدر إذا استعملنا أسلحة أقوى. رشاشات بدل مدسبات أو مدفع بدل رشاشات.

يؤذي ب هذا التسليم باختصاصه لاسيه، وهي أن الضوء عبدة عن «واصل» من الفوتونات، وأن الفوتون هو كوانتوم الوحدة للطاقة الصوتية. وهكذا، فعوض عن استعمال الاصطلاح الشائع «طول الموجة» بشرط نظرية الموجة، يصبح التعبير الملائم هو «طاقة الكوانتا الصوتية».

وكي نعرب فكره نكوانتا بظاهرة الصوتية انكهربائية، نأكد أيضاً باكتشاف ظهوره حديثه لا تقبل التفسير إلا بالنظرية الحسيمه من هذه الظواهر مفعول كامون ومفعول رامان.

### خامساً: مفعول كامتون ومفعول رامان

حدث سنة ١٩٢٣ أن لاحظ العالم الأمريكي كامتون Compton (١٨٩٢ - ١٩٦٢) أن أشعة «س» تسقط على مجموعة من الإلكترونات لا تسر عليها على شكل أمواج، بل بشكل شبه سيات. الكرات الصغيرة عند تسقط على كرات مثالة فانسألة إذن بس انتشار أمواج، بل اصطدام حبات بحبات، أي فوتونات بالإلكترونات.

وعندما يصطدم فوتون م (وهو طاقة) بإحدى الإلكترونات لي دره من الدراب، فإنه أن يرد ذلك لفوتون، كما يحدث عند تصطدم كره بليارد مع كرة أخرى من نفس النوع، وفي هذه الحاله يحدد لنفسه وجهة أخرى غير وجهته الأصلية، فيعكس ويشر دون أن يتغير فيه شيء كما يحدث لتشعاع عند انعكاس على المره. وإما أن «ينشرد» الفوتون عن جزء من طاقته ليحده الاصطدام، فتأخذه من الإلكترون الذي اصطدم به، فإن الفوتون الذي قصد جزء من طاقته يصعب تواتره، وتتحقق سرعه، فيعبر اتجاهه. أما الإلكترون الذي أصاب في طاقته لأصلية طاقة جديدة فإنه يزداد سرعه.

ذلك هو معمول كامتون Effect Compton يعني به دور كبير في إثبات لطبيعته الجسيمية  
بالمعنى وبعد سنوات قليلة، أي في عام ١٩٢٨ اكتشف لعلم هندي . من Raman ظاهرة  
مماثلة عرفت باسمه (مفعول ر من Raman Effect) ويخصص هذه الظاهرة، كما يلي

بمعرض أن فوتون صادف في طريقه جزيئاً من مادة Mukkuic مؤلفاً من عدد من  
ذرات هـ يمكن أن يفقد الفوتون قسم من طاقته، يأتجه منه الجزيئ ويضعفه إلى طاقته  
هو، فيصبح ذا طاقة أقوى، وينحرف من وضعه إلى وضعه هـ، وفي هذه الحالة يعود  
ذات الفوتون الذي فقد جزءاً من طاقته سوانر أقل من تواتره الأصلي ويمكن أن يحدث  
بعكس، وهو أن الجزيئ الذي استولى على جزء من طاقته الفوتون استولى، يصطدم مع  
فوتون آخر، ويكون النتيجة فقدان ذلك الجزيئ من تلك الطاقة الإضافية التي حصل عليها من  
فوتون الأول، فيعود من وضعه هـ إلى وضعه أـ أما الفوتون الثاني الذي سبب تلك  
لطاقته الإضافية فقدان طاقته ويرجع تواتره ويشع بأقوى من كـ في السبب

ومن الممكن، عندما تتعدد الجزيئات والفوتونات، حدوث تصادمات معاً في وقت  
واحد، بعض الفوتونات تفقد جزءاً من طاقتها فيصبح بعض الجزيئات، وبعض الجزيئات  
تفقد جزءاً من طاقتها لفائده بعض الفوتونات إن بادل الطاقة بهذا الشكل بين المادة  
والإشعاع، بين الجزيئات والفوتونات لا يمكن تفسيره بنظرية موجية، وإنما بالنظرية  
الكمية كما رأيت وفي ذلك نؤكد حر نطقت الحسنة للمعروف

هكذا أحببت النظرية الكوانتية تعرض نفسها، لأنها هي وحدها صادرة عن تفسير  
الظواهر الحديثة المكتشفة على مستوى الذري كالمظاهر للصوتية الكهرتية ومفعول كاسون  
ومفعول رمان، بالإضافة إلى ظاهرة الحسم الأسود التي كانت متعلقة بنظرية الجديدة

فهل يعني هذا صوره الأحد من جديد بالنظرية الحسيمية ويرمي بالنظرية الموحدة في  
سنة مهملات؟

لوقع أنه من غير ممكن ذلك فالظواهر بصريه الأساسية، ويقصد بذلك من حل  
والانعراج والاستقطاب، تؤكد بشكل لا يقبل الجدل طبيعة الموجية للضوء في ديم الضوء  
سداحل، وتلك إحدى حوصه الأساسية، فإنه لا بد أن يكون موجه أو شيئاً شبيهاً بالموجة  
أصعب لي ذلك أن لقائنا بنظرية الكوانتية يستعملون كمية دوترا . ففوتون ولأنك بعض،  
كما رأيت، أن كوانسوم الطاقة مناسب مع تواتر الإشعاع والتواتر معناه الموج، وإذا لم  
الذي يتموج؟ أليس للضوء دته؟

هـ هـ، إذن، ماري جديد . بن طبيعة تعرض عن العمل فوتون منفصل، أي صفى  
منفصل في شيء واحد، وفي آ واحد، هم لانتصاف ولا انفصال

فكيف يمكن أن يكون شعاع الصوتي منفصلاً يمثل نفسه إلا ما لا نهاية هـ، في  
نفس الوقت الذي يكون فيه منفصلاً لا يعمل الجزيئ إلا على حد معلوم؟

## سادساً دوبروي والميكانيكا الموجية

يرى لوي دوبروي Louis de Brogue (مواليد عام ١٨٩٢) وهو عالم فرنسي لامع، أن مظاهر الصوتية، تتطلب، من أجل فهمها كلها، نفور بالنظر به بوجيه بارة، وانظر به الجسمته بارة أخرى وفسطريتن، كلياتهم، فسر ب، كلاً عن حده، حبه من مظهر معية وهذا معه أن التحريه بزيده معاً، ومن ثمة بلا ماض من لأحد ب واحد ب مظهر في ان واحد، مؤلفاً من أموج وحساب ولكن كيف يمكن ذلك؟

يقول دوبروي إن انشعاع الصوتي بألف من حبات، تماماً كي يقول نظرية بكونه، ولكن لكل حبه صوتيه (أي فوتون) موجه خاصه تصحبه باسمرار، وبواتر منه اموجه يساسب مع طاقة الفوتون حسب قانون بلانك وهكذا فعندما يبشر الفوتون، وبسر عم النصاء، يكون مصحوباً ذوماً بموجه من عده معمره وبجعه شعل جبراً لا يمكن ضبطه بده ومن ثمة يصبح من الصعب أن نسب إليه موقفاً معيناً مضبوط هناك في هذه الحاله حضور منظم للفوتون في جميع نقاط الجير المكاني بدي تشعه موجه ولكن عندما يرتسم الفوتون على الشاشة مثلاً يكشف لنا عن موقعه بالضبط (إنه كاحانه ينشر في سب كموجه ونكها ينصب إلى حة مة في حاله معيه) وعندما يحدث هذه لظهره، أي عندما يكشف الفوتون عن موقعه بالطريقة نث، ثلاثي حضوره ينظم في موجه ويصح من يمكن ضبط موقعه باحتمال سبب مع شده موجه في لمظه لي كشف فيه عن نفسه، وبذلك يمكن الفوتون عندما يكشف الفوتون عن مظهره الحسيمي، بموضعه في موقع معين، يحمي مظهره الموحى، وعندما يتأكد مظهره الموحى، أي عندما ينتشر كالسحابة يصبح من المسحيل الحصول مة عن طبيعته الحسيمي

فكره جريته وخال حصص مدع ولكن ماذا يكون الضوء وحده مصنف بهذه الخاصه مردوجه إن الانكروون (لكهرية) لا يختلف عن الفوتون (بصوه) استلاماً كبيراً، مكلاب حه من لطافه وقد ثبت من قبل، مع مكويل أن هناك علاقه حمه بين الضوء ولكهرية، أوبس لأشعه الصوتية عباره عن اموج كهربية؟ فبادا، إبد، لا نعم هذه الخاصه المردوجه على الانكروونات ويقول بها أنص حبات كهربية مصحوبة بموجات خاصة؟

مدفع دوبروي في معميم فرصه على جميع اميادين اندرية التي بطرح فيها مساله اتفاقية لالكروون يجب أن يكون حه كهربية مصحوبة بموجه تربط م دوف ونكفه عامه ب الجسم، من أي نوع كان، جب أن يكون مصحوب بموجه

تدع هي الفكرة الأساسية في ميكانيكا موجه La mecanique ondulaire بي انعم ديري الذي يدرس حركه حسابات الدرية بوصفها حسابات مصحوبة بأموج، وبدي اسمه دوبروي عام ١٩٢٩ لقد كات هذه تفكره، بون الأمر مجرد فرصه لا تحو من لمحاره، ولكن كان هناك م ير ها فباده تألف من جريئات، ولجربئات مجمعات من

لدراسة والدور الإلكترونيات تدور حول براءة تألف من بروتونات ونيوترونات ولقد حاول العلماء، قبل، ضبط حركة الإلكترونات حول البنية بواسطة قوانين الميكانيكا الكلاسيكية فلم يستطيعوا، لأن الحسبيات في العلم المناهية في الصغير، سلطت سوكاً مختلف عن سلوك الأحسام في عدم اندكروسكوبي، عالم الفيزياء الكلاسيكية فلا بد، إذن، أن يكون هناك نوع من الخصوصية في حركة هذه الحسبيات وذلك ما سراه بعد

لقد أحدثت فكرة دوبروي هزة قوية في أوساط العلماء فتصلد بدرستها ومحيطها وقد تمكن العلم النمساوي شرودينجر Schrodinger (1887 - 1961) من إيجاد معاداة الرياضية التي تحدد تموج الأمواج المرتبطة بالمفون أو بعبره من الحسبيات الأولية الدقبة التي تدخل في تركيب المادة فكان ذلك تأكيداً لنظرية دوبروي

ومع ذلك بقي الشك في نظرية قائلاً لقد كان لا بد من اكتشاف جديد ثبت قطعية تموج الإلكترونات ولخصه الأساس للموج هي التداخل في دم معناه لم يكتشفوا هذه الخاصية في الإلكترونات فإن القو بوجود موجات تصحبها ضروره، سيهي مجالاً للشك والاعتراض

وفعلاً توصل علماء أمريكيين عام 1927 هم دافيسون Davisson وجرمير Germer إلى اكتشاف ظاهري يتداخل والأمواج في الإلكترونات لقد سلطوا وابتلاء من الإلكترونات على قطعة من معدن النيكل، فلاحظوا حدوث ظاهره الأمواج في هذه الإلكترونات شبيهة بمت التي تحدث عند سعيان أشعة «س» ثم قام علماء جرون وطبقوا نفس الفكرة على لبروتونات، فوصلوا إلى نفس النتيجة، وهكذا أكدوا بالحرية ب مادة مختلف تجلياتها لدرية هي عبارة عن حسيات دقبة ذات طبيعة مزدوجة حسيه وموجيه معاً

## سابعاً: هايزنبرغ والميكانيكا الكوانتية (علاقات الارتباب)

إن هذه النتيجة التي نهى إليها دوبروي من خلال أبحاثه في ميدان الضوء هي نفس النتيجة التي توصل إليها عالم داني شاب، هو الفيزيائي الألماني هايزنبرغ Heisenberg، ولكن بسوء طريق حر، وستعيان نعه أخرى، مما أدى إلى إنشاء الميكانيكا الكوانتية، الدرية، المتأتمسة (هي ميكانيكا لأب تدرس حركة الحسبيات، وهي كوانسة (أو كمية) لأنها تنطلق من فكرة كوانسوم الطاقه وثاب بلانك، وهي درية لأن المشاكل التي أدت إلى قيامها هي مشاكل تتعلق بة الدرة، أخير هي ماتريسيه Matricielle، لأنها تعتمد نوع خاص من الحساب هو الحساب ماتريسي، أو «حساب المصفوفات»

في هي قصة هذه ميكانيكا جديدة وه علاقاتها بالميكانيكا الأمويه لي أنشأها دوبروي، وه هي نتيجها الاستمولوجيه؟

الحجاب عن هذه لأسئله لا بد من الرجوع إلى عالم الدرة

## ١ لماذا لا يسقط الإلكترون؟

تبعاً في فصل سابق بطور. ليبحث في بذر، قرب من جهة كيف أثبت لعلم وحبده  
بطلاق من الصخرة خركيه بلعزب، وكيف أدت بحار التحميل كهربيائي في كشف  
لإلكترون بوصفه شحنة كهربائية سمة، ثم كيف بين بعده أن للإلكترون حد مكوّن  
أساسي لبذره، وعصر من عناصر بينه البذر، الشيء الذي أدى في آخر من وجود بوه داخل  
بذره ذات شحنة كهربائية موجه تظل مضمون شحنة سائلة بني خصصها للإلكترون  
ويصمى بذره لاستقرار والوبر، ورب من جهة أخرى كيف أدى كل ذلك إلى تدبير  
ليبحث في بذر، وكيف استطاع روبرتورد أن يبرهن على أن بذره بشبه فعلاً مجموعته  
شمسية، حيث يدور الإلكترونات حول أنوية كدور الكواكب حول الشمس وكان  
بذري أدى في هذا البصير الفلكي سمة لبذر اكتشاف لعلمه وجود فرع هائل في بذر، هو  
ناتسبه في حجم الإلكترون وحجم البوه، كالفراغ الموجود بين الشمس وأرض، وك راب  
من جهة ثالثة كيف انتهى البحث في الضوء إلى اكتشاف الطبيعة الكهرطيسية لأمواحه  
(ماكسون)، وكيف أدت ذرسة الجسم الأسود إلى اكتشاف كونهم بظاقة هذا إلى جانب  
لأبحاث التي قام بها ماكسونيل وبرنسر وبني ساعدت على تشيد بصور واضح للإلكترون

هكذا وجد العلم، أنفسهم أمام كائنات غميمة جديدة، اكتشاف بطرق مختلفة وفي  
مبادئ مختلفة كدبت (معزب، لكهرباء، الضوء)، كائنات تربط بينها وشائج متينة من  
لغز وتحت في ثر وخصائص تجمع بينها وقد تأكد هذا بكيفية فاطمة حينها بين أن  
كوانسوم لعاقه عصر يجب ادخاله ضروره في علم الحساب الدقيقة، علم البذر. وكان العالم  
والفيزيائي انكسر، يبيل سور أكثر من غيره شيه في ضرورة ادخال كوانسوم العمل في  
الحساب، لفهم بذر البذر، كي تصورها روبرتورد

كان لعلم أدراك يعيش أزمة غو، فظهر وكأنه نوقف عن النمو، وكب يحدث ذلك في  
مثل هذه الحالات، فإن تغطي الأزمة والدخول في أفاق جديدة يتطلب تحقيق الكامل  
والاستخدام بين هذه المعطيات التي تفرص نفسها، على الرغم من سافس بعضها مع بعض،  
بل بسبب من هذا لتناقض نفسه إن العلم يؤمن بوحدة قوانين الطبيعة، فلا بد إذن من  
مجاوزة صعوبات التي تفرق بين المعطيات المذكورة

لقد طرح السوذج الممكني لبذره مجموعات خطرة يستعصي حلها في إطار النظريات  
السائدة قبل ولكنه نموذج تعرضه ظواهر تجريبية وتركيبية غريبة أخرى معروفة ومؤكده في  
قوانين ميكانيكا الكلاسيكية تعتمى أن يدور الإلكترون حول سواه بقوة اتحاديه كما تدور  
الأرض حول الشمس، ولأن سقط في الواء ولكن قوانين الديناميك الكهربية يستلزم أن  
يصدر للإلكترون طاقة باستمرار، الشيء الذي يصعبه ماطراد، ويختم عليه السقوط في سواه  
وإذن يجب أن لا يسقط الإلكترون في الواء، هذا ما يقرره العلم ولكن يجب أن يسقط  
في الواء وهذا ما يقرره العلم كذلك فكيف لخروج من هذا المأزق؟ ما لعمل حتى «نجمع»  
لإلكترون من لسقوط في الواء؟

نعم إن لصبيعة من توافر بحيز فالذرة تحتفظ بتوهمها واستمرارها، وهذا يعني أن  
للكبرون لا يسقط في بؤاء، ولو حصل ذلك لانهار بعم ونكر، أنيسب لصوري أفعده  
نفس الكبرون ولواء قوى كهربية؟ ألست حاصعه بمعادله ماكسويل؟ ألا يحدد قيم كثنة  
الكبرون وشحنه بواسطة قياسات كهربية؟ خواب لذي يصره بعدم هو نعم ورد  
كأن الأمر كذلك، فمبادلاً لا يخصص الكبرون داخل الذرة عواصي لتساكن الكهربية التي  
تعرض عليه التسقوط في البؤاء، وهو يتوهم عن جميع الشرط لكي يسمع به في التسقط وهو  
عزبه ماكسويل نبي لا يجوز. لست فيها؟

ذلك هي المشكلة التي واجهت العلماء في العقدين الأولين من هذا القرن، وقد عمدت  
إلى إمرارها والإحراج على نساءفص الذي سطره سدس الفاريء عن قرب طبيعه معرفه  
اعلمه، وكفه سائها، وسائلي نوع «الوجود» الذي يمنحه لعدم تلك التناوب التي يعامل  
معها. إنها مشكلته يستمولوجه مسعاج بعض خواصها من خلال بصوص هذا القسم

كان نيل بور أكثر لغيريانيين اشعاعاً سبه الذرة وحركة الكبرون ولشاكل التي  
تطرحها هذه حركة (لصوط، وعدم التسقوط في بؤاء) وبعد بحث ودراسة أطلت بحسنيين  
سعد الكبرون من التسقوط

تقوم السلسلة الأولى بسوحد في الذرة مدارات ذات سار فيها الكبرون كف عن  
اطلاق أمواج كهربية، مما يجعل الكبرون في «حالة قارة» ومن هادئ اصططح  
الأساسي في نظريته بور مصططح «الحالات لفارة» Les tats stationnaires ويمكن  
سميتها «محطات المدارية»

وتقوم السلسلة الثانية لا يصدر الكبرون أمواجاً كهربية إلا عندما يقصر من  
«محطة مدارية» إلى أخرى (أي عندما يتغير قيم المجنذاب التي تصطف موقعه وحركته داخل  
مطلومه معبه) وهو لا يفر من محطة إلى أخرى إلا إذا استشر، فلكي يقوم بفره لا بد من  
كواسوم لعاقه

وبوصيخ مدلول هاتين السلسلتين تأخذ ذرة الهيدروجين كمثال، وهي كما تعرف مكوّنه  
من بؤاء ذرات برونون وحد شحنته موجبة، والكبرون واحد ذي شحنة سالبة يدور حول  
البؤاء هناك مدارات محددة واقعه على مسافات محله من البؤاء، تشكل المدارات الممكنة  
للكبرون وعدم يوحده الكبرون في واحده منها (وهذا مجرد كلام، لأن الكبرون يمكن  
أن يوحده فيها جميعاً في أن واحد كما سرى) تقوم عه إنه في حاله فاره ويكك تعبس هذه  
مدارات نة قيمها أبدء من البؤاء بالأعداد الصحيحة 1 2 3 4

(٢) وسأله السليم في الاصطلاح الفري هي التفرع البوصية نبي بوعده بها داخل سطومه  
معبه، من حيث لموضع والحركه وبما أن الكبرون دائم حركه، فلا يمكن تحديث عن موقعه دور مدار  
حركته، فموقع الكبرون «حركته في السطومه نظرية يعبر عنها «حالاته»



في حالة العادة يقع الإلكترون في محطة الأولى، ولكني ينتقل منها إلى محطة ثانية لا بد من ترويدة بقدر معين من الطاقة هو الكوانتوم، أي لا بد من طاقة إضافية يمكنه من الإفتر من حالة الأولى إلى الثانية

وعند يعود للإلكترون إلى وضعه الأول، أي عند يرجع إلى حالة الأولى تطلق له نفس لكمية من الطاقة على شكل إشعاع ضوئي وهكذا فعند يكون الإلكترون في محطة الثانية الأولى - قريبة من لبه - حيث يساوي عدده الكوانتي الواحد الصحيح، يعود به في حالة أساسية، وعند يكون عدده الكوانتي أكثر من الواحد الصحيح يعود عنه إنه في حالة مثارة وقد تمكن نور من صدعه فعنده ارتصبه التي تصطف قيم الطاقة التي لا بد منها تنقل للإلكترون عبر محطات المدارية تلك، وقيم الطاقة الإشعاعية التي يبعثها عند عودته للمهوى إلى محطة الأولى ويستمد من هذه معادلة أن الإلكترون عند يكون في الحالة الأساسية، أي عندما يكون عدد الكوانتي يساوي الواحد الصحيح، تكون ذرة هيدروجين ذات شعاع (= نصف قطر بور) تساوي  $0.53 \times 10^{-8}$  سم، أو  $0.53$  أنغستروم، وبالتالي يكون قطرها مساوياً لذلك. 1 أنغستروم، وهو نفس الطول الذي قدره قطرها بواسطة نظريته الحركية للذرات

وواضح أن هذا التوافق بين تقدير بور لقطر ذرة الهيدروجين، ولتقدير مسبقه، يعبر فرضية بور وزيكها هذا بالإضافة إلى تمكن بور من إدخال كوانتوم الطاقة - الذي اكتشف في طار نظرية الإشعاع حراري (حجم لأسود) إلى السيرة واتحدة أساساً لقياس أبعاده وتوقع بور لإشعاع الذي تطلعه في وقت لم يكن في الكوانتوم مرتبط بأي شكل مع قدره أو مع الإشعاع لصادر منها ولا شئت أن انفصل في هذا يرجع إلى إماته بوحده قوانين طبيعة، وهو نفس الامواج الذي دفع أينشتاين إلى إنشاء نظريته النسبية المعاصرة

ومع ذلك، فلقد بعيت فرضية بور مجرد فرضية صالحه كمطلق للبحث ولم يكن من يمكن تحويلها إلى حقيقة علمية إلا بعد تأكيدها بتجربة، أي بعد أن نأكد لنائج مستحصه منها تأكيداً تجريبياً ولقد كان نجاح فرضية بور في لقاء مريد من الضوء على قوانين أخرى كانت قد كتشفت في الميدان الذي ذاته، حافراً لعناء آخرين للمضي قدماً في طريق كسه أسرار الذرة وكان سومرفلد (Sommerfeld 1868-1951) على رأس أولئك الذين عملوا على تطوير نظرية بور، مقترحاً ما يلي إذا كانت اندرة شبه فعلاً المخطومة لشمسية، فيجب أن تكون مدارات للإلكترون، مدارات اهليلجية لا مدارات دائرية

(٣) الأنغستروم Angstrom وحدة للقياس تحمل اسم عالم سويدي الذي قال بها أول مرة وتساوي جزءاً من عشرة آلاف جزء من ميكرون الذي يساوي بدوره جزء واحد من عشرة آلاف جزء من المليمتر فالأنغستروم إذن يساوي جزءاً واحد من عشرة ملايين جزء من المليمتر (= حاصل قسمة المليمتر على ١٠ ملايين، أو قسمة المليمتر على مائة مليون) هذا ويرمز للأنغستروم بالحرف Å، وللميكرون بالحرف μ

والذي هو بوه المده بحب أن يوجد في أحد مركزي الازهبيج، وفقاً لنظرية كلر للنكدة وهكذا عدد سومر عدد نظرية نور مستعين بنظرية بسسه في حساب طاقه الانكروون عدد بتداه عن مدار هسجني إلى حر وقد تمكّن علماء حروون بواسطة الحاروب، من تأكيد صحة فرضيه نور حول الاختلاف لعدرة، ونقصت بكونيه الخاصه بالانكروون فقد تبين بالفعل أن هذا التوحيد لا يستطيع الانتفاء من حانه لدره إلى حانه لدره أخرى إلا بواسطة نظريه

وربما بعد تعذر التصور الفسكي بسية المده، وقدمت نظرية نور امكانات كبيره بلبحث قصد حل امشاكل معلفه، وفي مقدمتها المشكله لي أبررهاها من قبل، التي تنحصر في لسؤال لنيلي ناد لا يسهل الانكروون في بواه المده ومن ما تقصيه بديناميكيه الكهربائيه؟ إن الجواب عن هذا السؤال سيهدمه بعالم لأدمي هايربرج الذي استدعاه نور يعمل معه في كوبهاغن، والذي أسس، كما أثرت، إلى ذلك حل، الميكانيكا بكونيته

بعد ستة أشهر قصاه هايربرج في بحث متواصل مع نور وزملائه، شعر بالتعب فعمر حد عطلة وكان ذلك في شهر حزيران/ يونيو من سنة ١٩٢٥ وبينا هو في عطسه نحوب بيان لانكروون وحركته إذ يفكره سنو في ذهبه، فكره مؤداها أنه من الحق عمار حركه الانكروون داخل لدرة كحركه كره صغره تجري حول مداره ذلك لأن لانكروون هو من التقييد والصغر بحيث يستحيل تطبيق قوانين ميكانيكا الكلاسيكية على حركته إذ لمعدلات، يبي نحوب العلماء بطقها على لانكروون تحصر حركه الأجسام الكره بمابه بفياس تجريبا وبما أن لتجربة وهذا هو الواقع يؤكد أن لدرة مواريه، وأما تألف من بولة تدور حول الانكروونات، وأن هذه بطلق مقدار معين من لطاقه عندما تثار، أي عندما نحاول إحراجها من حانها المواريه، فإنه ليس من الضروري أن يوجد لانكروون عدد انتقاله من حالة قاره إلى أخرى، في هاتين الحالتين مع بمعنى أن طبيعته الخالصه تفرص عليه اعتداه لا كجسم يتقل من مكان إلى حر، بل كشيء يمكن أن يوجد في نفس الوقت في أمكنه محلله، وبالتالي فلا يمكن أن يوجد بين محطتين مداريين فرتين، لأن وجوده بينهما يساق مع طبيعته الخاصه (بشكله لي بطرحه نظرية نور تنحصر كلها في مدار يحصل عندما يكون الانكروون بين محطتين مداريين) بعبارة أخرى لا يمكن أن يتحد الانكروون نفسه مسارا متصلاً عند انتقاله من مدار قار إلى مدار حر مماثل، لأن مسارا كهذا لا يوجد في المده وإذن، بعيداً من مسار المتصل يجب البحث عن مسار آخر (مفصل) يسبحم مع الأعداد الكونيه للحاله الانتدائية والحاله النهائية للانكروون

(٤) نفس هورين كينر (١٥٧١ - ١٦٣٠) على ما يلي  
«برعم الكواكب في حركتها أشكالاً هسجنيه (بيسويه) تحتل الشمس أحد م قريبا» (تضمن المده عن مركز واحد، والشكل بيصوي عن مركزي)  
«تشمع الفيكوري الذي يربط كوكباً ما بالشمس يعطي مساحات مساويه في ازمه مساويه»  
«مربع الزمن هصيه الكوكب في الدوران حول مداره مناسب مع مكعب متوسط المسافه التي يعبده عن الشمس»

ولبيان ذلك نورد المثال التالي. فلو فرضنا أن ذبابة ستقف على رقعة شطرنج من مربع إلى آخر، فإنه بالإمكان أيضاً التعرف على خط سير الذبابة عن الرقعة المذكورة. ونكتفي لانهائية المربعات. من خلال النظره إلى كل مربع من المربعات التي وجدت فيها الذبابة، كلا على حدة، بحيث تكون مسار الذبابة متشعباً على عدد ما من لأعداد نكوانية لتي سوف فصحها على موقع كل مربع في الرقعة إلى الموقع هنا يحدد قيمة الأعداد الكوانتية. وهذا شيء مخالف ما يعود عليه، فالمعادلة التالية  $3 + 2 = 5$  هي نفسها عندما نغير موقع لعدد 2 و3 ونكتب  $3 = 2 + 5$  فموقع الرقم 3، والرقم 3 في الطرف الأول من المعادلة لا يغير شيئاً في النتيجة ولكن هذا لا يصبح لتحديد قيم لأعداد لكواسيه التي للالكترونات ما دام الموقع يغير من السجته، فلا بد إذن من نوع آخر من الحساب يرعى فيه مواقع الحدود في المعادلة الحرة (أي موقع المربعات داخل رقعة لشطرنج) ومن حسن حظ أن الرياضيين كانوا قد شيدوا فعلاً صرح نوع جديد من الحساب سموه الحساب الماتريسي - أو حساب المصفوفات *Calcul des matrices* يرعى فيه مواقع الحدود في أنه معادله أو عملية حسابية، مرعاه بحسن النتيجة تحذف باختلاف مواقع الحدود في معادله. وهكذا ففي هذا النوع من الحساب لا يمكن نقول إن  $2 \times 3$  تساوي  $3 \times 2$ ، لأن سادس مواقع بين لعدد 2 و3 يغير لنتجه

أدخل هايزنبرغ حساب لمصفوفات في ميدان الذرة، بعد أن كان مجرد «شطرنجات» رياضية، فتمكن من صياغة المعادلة التي «تضبط» حركة «الالكترونات» في الذرة، متصوراً هذه الحركة، لا على أنها عبارة عن انتقال الالكترونات من مدار ما حول النواة إلى مدار آخر، بل بوصفها تغييراً وتعديلاً لحالة المنظومة الذرية في الزمن، تعبير تضبطه الماتريسات. وعنده فإن مشكلة احتفاظ الذرة على بورنها واستقرارها (وبالتالي عدم سقوط «الالكترونات» في النواة) أصبح مشكلة عبر ذات موضوع. ذلك لأن «الالكترونات» عندما تكون في ذرة غير مستثارة، يعني حسب هذا التصور المحدد لنوعه حركته، ساكناً، وبالتالي فهو لا يصدر أية طاقه. أما عندما «يتحرك» من محطة مدارية إلى أخرى، أي عندما تتغير حالة المنظومة الذرية في الزمن، فإنه من الممكن «صط» هذا التحرك، بطريقة احتمالية، أي بواسطة معادله خاصه، هي معادله علاقات الارتباط

## ٢ - علاقات الارتباط

توص علاقات الارتباط *Les relations d'inertitudes* أو علاقات عدم التحديد - بي صاعده هايزنبرغ على أنه لا يمكن تحديد موقع الالكترون وسرعته في ن واحد وهي كمي بي

$$\Delta m \times \Delta s \geq h$$

حيث تشير «م» إلى الموقع، و«س» إلى لسرعه (وسمى أصبح كميته حركه وهي نكتنه مصرويه في لسرعه)، أما «ه» فهي ثابت بلانك، وعلى هذا فلو لخطأ في تحديد موقع مصرون في خطأ في تحديد سرعه يساوي، أو اكبر من ثابت بلانك. ومع أن «ه»

عدد ثابت (قيمتة تساوي  $0.27 \times 6.626$  من القياس السعوي مستمر، عزم، ثابته) فإن أي تدوير من شأنه أن يقلل من الخطأ في تحديد موقع ( $\Delta m$ ) سيؤدي بالضرورة إلى زيادة الخطأ في تحديد السرعة ( $\Delta m$ )، ولعكس صحيح أيضاً.

لماذا هذا الخطأ؟

عندما نريد ضبط موقع لالكترون لا بد من أن نسط عليه شعاعاً صوتياً، أي لا بد من أن نضدده ضوء، وهو جزء من الضوء كجزيئات ونحن نعرف أنه عندما يضطرب الفوتون بالالكترون يأخذ منه هذا الأخير قسط من طاقته ويصير في نفسه فتردد سرعته وليس عليه موقعه، ونشبه الفيزيائي الفرنسي ديوش Dostouche هذه الظاهرة بقصة محصورة في قو مظلم مخاف من الضوء ومهرب منه وهكذا فعندما نريد تحديد موقعها في الضوء نكون مضطرين إلى النظر إليها من خلال ثقب صغير يرسل منه بعض الضوء ولكن كأي مخاف للضوء ومهرب منه، فإنها تهرع نحو الثقب، الشيء الذي يجعل من تسجيل عيب تحديد موقعها بالضبط ولكن ما يمكن قوله هو إنها توجد في الضوء وفي هذه الحالة نكون نحن محتمل أن توجد في كل نقطة من نقاط الضوء، ثمة كالالكترون الذي يضيء وجوده في هذا المكان أو ذاك أو فيهما جميعاً محتملاً حد.

وبعلاقات، لا ريب أن هذه تطرح بحده مشكلة الخسبة في لعدم فاعليته بعمية يقوم كلها على الاعتقاد في امكانية توقع موقع جسم إذا عرفت سرعته وكما أن هذا سوف يصبح مستحيل في الفيزياء الحديثة، فنتصور لكلاسيكي بعمية بها علم لتعمل عمله الاحتمال. وبذلك مشكلة سماحها بيجار في فقرة لاحقة، ونقتصر في النصوص.

أما الآن فعندما أن نريد مسألة حركة الالكترون وصوتاً، وحدث بالعودة إلى امكانيات موجية نتي أسسها دوبروي ونقارنه بها وبين ميكانيكا الالكترون هايزنبرغ.

### ثامناً توافق الميكانيكا الموجية والميكانيكا الكوانتية

ربما قل، كيف استطاع لوي دوبروي جمع بين مظهرين خفي وموحي في الشعاع الصوتي، وكيف أنه عمم نظريته، بعد ذلك، مؤسساً ميكانيكا موجية وسرير الآن أن شرح كيف طبق دوبروي نظريته هذه على حركة الالكترون في الذرة حول النواة.

الالكترون حسب نظريته دوبروي عبارة عن جزء كهرومائية مصحوبة بموجة، منه مثل الفوتون وبما هي لحساب الذرية ومعنى ذلك أنه يدور حول النواة موضعه جزء وموجه في واحد وقد تصحح أن يوجه حركة الالكترون حول النواة إذ أننا إلى لنشبه أسلي.

لنحرص أنك بقرب نأصبعك على وتر من أوتار لعود الآلة موسيقية معروفة لا شك أن لوتر سيهتز محدثاً موجات تسري في الهواء، هي الموجات الصوتية التي نترجم في ذات إلى هزات في سمعنا تتصل إلى الدماغ الذي يترجمها إلى أصوات. لتسجيل أن محطات اندازته التي توجد فيها لالكترون حول النواة هي هذه الأمواج وبتداسات التي تحدث بالمر على

لوتر إن الإلكترون بوصفه موجة مستشر على طول بتدر مثلث تنشر موجة العبر أو ددسه على طول لوتر، وبين الأوبر لأخرى

و بطلافاً من هد لنصور لبدى برحى به هذا التشبيه ستطع دوبروي أن يعبر عن نظرية بين نور حور « لحالات القارة» بعبارة جديداً أكثر حصونه ومعقوبه فالحانه القارة (أو محطة المدارية سميرن) هي عباره عن المسار الذي نتجد فيه موجة لالكثرون عدداً كواساً صحيحاً وبما أن هناك عدة حالات ممكنة يمكن أن يقع فيها الالكثرون في س و حد (عبار موجات وير العود) فيه يعدو من المستحيل انحرى بوحود الالكثرون في محطة مدارية معينة، بل هناك دوماً خيال وجوده في حالين أو أكثر (وبالسسه إلى بعض الفدرات تشيله هناك احتمال لوجود الالكثرون داخل البوء نفسه، وعلى حشد إن البوء سأسر الالكثرون) والنتيجة من ذلك كده هو أنه من غير الممكن نقل ظهور الالكثرون بين محطات مدارية، لأن «حالة» ه بين مدارات لا تنهي إلى اخالات لممكنه أو المحتمله للالكثرون

وبعضي دوبروي يكن حالة من اخالات ممكنة للالكثرون دالة موجية خاصة يعرف بدالة بسى لها (اسم بحرف انيونى المرسوم) وهي لتعبير اسرياصى عن اموجه التي تصحب لالكثرون دوماً وبما أن للالكثرون عدة حالات ممكنه، فإن به سغا لذلك عدد معاملاً من لدوان الداتيه الخاصه به  $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \dots, \psi_n$  وهي تختلف في ما سبب بعدد كوانتى و حد على لأقل

هذا عن حالات تراكب لالكثرون يمكنه أو احتمله، أم حالته لفعليه فإن نكنون من تراكب (أي مجموع) حالاته الدتبه التي يؤخذ كل منها حسب ختلاف وهكذا فالجمله لفعليه له للالكثرون نكتب كى يلى

$$\psi = \psi_1 + \psi_2 + \psi_3 + \dots + \psi_n$$

ومن هد نصبح أن الالكثرون في اندره نفسه سنتاج موزع على عدة حالات شكل غير منتظم فلا يمكن تحديد موقعه وبعده اصبح لا يمكن تحديد حالة واحدة معها يكون فيها دون غيرها وإنما يمكن احتمال وجوده في بعض الاخالات بدرجات أكبر سسب من حتمال وجوده في حالات أخرى إن «سورع» الالكثرون في عدة حالات لا يعني أنه سبب من أخره، كل جزء منها في حانه و حدة، معبئه، فلا إن ذلك يعنى به بوجدنا كملته في حاله و حده معها، ولكن خيال وجوده في هذه الخاله أو نكث، هو لبدى شجعه وكأنه موزع سبر هذه الاخالات احتمل وجوده فيها (فانوجود هه، وجود معرئى، لا بطووحى)

هكذا يلتقي دوبروي مع هايزنبرغ في القول بعدم امكانية تحديد الالكثرون، أي صبط موقعه وسرعته في س و حد، لأن الالكثرون لا ينصف بخصائص حسيميه فقط، ولكن أيضاً بخصائص موجة وقد حدد دوبروي موجة لالكثرون كى يلى

$$\frac{h}{\lambda} = \frac{h}{\lambda} = \frac{h}{\lambda} = \lambda$$

حيث يرمز الحرف اليوناني  $\lambda$  إلى موجة الالكترود، والحرف  $k$  إلى كتلته، والحرف  $v$  إلى سرعته (وحاصل ضرب الكتلة في السرعة يعبر عن كمية الحركة  $h$ ) وبالنظر إلى هذه المعادلة يتضح أنه من مستحيل تحديد موقع الالكترود أي أحداثيته على محور السينات، وكمية حركته، أي أحداثيته على محور الصادات، في آن واحد، وإذا يكن ذلك بطريقة احتمالية حسب علاقات الارتباط هايزنبرغ بين موقع الالكترود يعني هنا طول موجته، وهو طول يتوقف كـ يتضح من معادته السابقة على كتلته وسرعته وإذا تذكرنا ما نقوه نظرية النسبية من أن الكتلة تتغير مع السرعة، وعرفنا أن سرعة الالكترود من سرعات المقاربة لسرعة الضوء، أدركنا مدى صعوبة، بل استحالة، تحديد موقعه وسرعته في آن واحد، وكلاهما تحكم فيها العلاقة بين الكتلة والسرعة حسب نظرية النسبية أصفاً إلى ذلك أن حاصل ضرب  $h$  في عدم التحديد الموضع ( $\Delta x$ ) في عدم تحديد السرعة ( $\Delta v$ ) لا يمكن أن يقل عن  $h$  (ثابت بلانك)، لأن كواسوم العمل لا يمكن أن يقترب من الصفر، فهو وحدة مقصده لا تقل الحركة

ينصح لنا أن نقدم التوفيق التام بين الميكانيكا الموجية وميكانيكا الكمومية، في الحقيقة وجهان لعملة واحدة، وهذا ما أثبتته شرودنجر بعد معارضة معارضة ديفيد لقد أثبت أنها مواقف غير متوافقة مع بعضها البعض، ثم حدد بأحد التعيينات إلى تشبه ديبروي وهيزنبرغ برحلات كشفا مع الفيزياء الأمريكية، ولكن أحدهما انطلق إليها من المحسوس الأطلسي، والثاني من محيط الهادي. إن في ذلك دليلاً آخر على وحدة قوانين الطبيعة

### تاسعاً بعض النتائج الأيستيمولوجية للثورة الكوانتية<sup>٥</sup>

نحن نرور العلماء الذين أسرعوا إلى اتخاذ مكتشفات العدم في ميدان الميكروفيزياء مطلقاً لنظرية «حديثة» في معرفة، نعم الفيزيائي نيل بور، الذي تحدث عنه قبل عهد أسس هذه المدرسة يستيمولوجية، يعرف بمدرسة كوبنهاغن، وهي ذات اتجاه وصفي، صح، تحدث عن المدرسة الفرنسية (ومن أقطاب ديبروي) خلاف كبير، من حيث إن هذه الأخيرة تشب بالنموذج العقلاني الفرنسي، وبأساليب لا تتواءم مع رؤى الموضوع الحديثة بساطاً بها

يرى بور أن المدرس الأساسي الذي يجب استخلاصه من الفيزياء الحديثة هو أن مفاهيم التعبير الكلاسيكية مفاهيم محددة محدودت ظواهر العالم الماكروميكانيكي، وبالتالي فهي لا تنطبق على ميدان الذري. وبدونك يجب تعديلها حتى يمكن من فهم ما يجري في ميدان ميكروفيزيائي

وهكذا في كل معناه متناقضاً في عائد معاني الذي بعث منه، يظهر لنا في ميدان بدري على أنه تكامل، ومن هنا نظريته التكميلية La complémentarité فاستظهر موجي

٥ سنعرض في الفصل من هم هذه النتائج لعلام كـ العبد، منهم وسند حب نظر ر هذه مقوله كمجرد جهة فقط بخصوصه

والظهور الجسدي في الضوء، مكاملان، وغير منفصلين إيهما كسفي جبل، يعني أحدهما الآخر ولا سعة وإذا كان من غير الممكن رؤيته أحدهما وبحر في الآخر، فإن لا ارتفاع إلى قمة الجبل يمكنها من مشاهدتها معاً، وحينئذ يظهر أن متكاملين يعبران عن جميعه و حده، هي ما ندعوه الحق يقول نور وإل مفهوم لكامل يعطي م عطاء نفس لدرجه من لوقعه للظهور الجسدي والظهور لوجي، والاعتراف صراحة بأنها مجرد نفساً دوناً أمه أحدهم فقد دون الآخر، حين يقوم بالتحرك، وأنه لا يمكن الحصول عليها مع في ان واحد.

على أن نور قد ذهب في هذا معنياً نصيباً، فعمم نظريته الكامنية هذه على طواهر أخرى لا تنتمي إلى عالم ميكروفيرياء، طواهر ميووحيه وسيكلووجيه و حياهيه على امسوى اشري معاد، مؤكداً أن « لدرس الفلسفي الذي يقدمه لنا لفيرياء اخذته يمكنه أن يوحى بوسائل جديدة يمكن من دراسة مياديه أخرى هي في حقيقتها أكثر داحلاً واشتباكاً وبعقيداً، مثل سندان السيويوحي والميدان السيكلووجي والميدان الاحيائي والتاريخي »

على أن أكثر المسائل التي دار حولها نقاش عريض واسع عفت انكشاف العمليه التي يحدث عنها، وخاصة مع كوانتوم لطاقله وعلاقات لارتياب، هي مشكلة الخمسة وكي أشرف إلى ذلك قبل، والحكميه لتي طابا معنى بها عدم واعناء نفس مع علاقات لارتياب إلى «لاحيته»

يقول بور « من مسمة الكوانتا تمعنا من نفس الطواهر اندريه نفسير يعتمد في واحد انسيية والعلاقات الرمانيه - المكنيه، ذلك لأن عدما نفس الطواهر العدديه نفس مسعاً أن ملاحظه الظاهره أي عيسها التجري لا يؤثر في ظاهرة موضوع ملاحظه، هذا في حين أن مسمة لكواسه سطلب مع الاقتناع بأن كل ملاحظه لظواهر لدرجه تؤدي إلى تدخل آتة لقياس في لظاهره نفسها مدحلاً يؤثر تأثير واضحاً وبسيط لا يمكن أن يعطي لا لآلة، ولا لظاهره وفعاً فيزيائيه مستقلاً بذاته »

وهنا تطرح مشكله لدانيه والموضوعه في معرفه العمليه، وهي التي كانت تتميز عن المعرفة الفلسفيه بالموضوعية فإذا كب في القرباء الكلاسيكيه ملاحظ أن ادوات القياس لا تؤثر في الموضوع الذي بقيسه (قياس هذه لظاوله لا يعبر عنها شيئاً) فإن الأمر ليس كذلك في عم الميكروفيرياء إن ادوات القياس تؤثر بشكل واضح في الموضوع نفسه (قارب هذا قلناه بصدد علاقات لارتياب)، ويأتي في الداء (القياس) والموضوع (م يقاس) بتعاويان بالضرورة على صنع الشيء الخارجيه فالجسم إذن هو مزيج من الدانيه والموضوعيه، وبالتالي حين انعم الخارجيه شارك الداء في صمعه (ومن هنا المنحه المشايه لتي تر من لوصعيه الحديده)

(٦) انظر في قسم النصوص نصاً نور في هذه الشأن

(٧) انظر قسم النصوص، حيث ادرجنا نصاً سيويوي في موضوع

و يربط إمكانية لي بحر يحددها بقضية الزمان و المكان إن سجلاته تحدد موقع جسم (المكان) وسرعته (الزمن) في أن واحد. يطرح من جديد مشكله بعلاوه بين الزمان والمكان، طرحا مختلف عن شكله الذي طرحه به نظريه النسبية

هذه نظرية النسبية كما يحدث عن زمان الملاحظ والزمان الخاص، إمكانية مقصوده المرجعية، وبعبارة أخرى كما يربط الزمان و المكان بشخص ملاحظ، أما هـ في نظرية الكوانتية فربما يحدث عن زمان ومكان محسوس، أي موضوع وكمي هـ ساحي في نظرية النسبية، أي في مجال العالم لأكم يسمح الابد في انطوهر موضوع القياس، أما في نظرية الكوانت، أي في مجال العدم الأصغر، فيحصل لعكس، فبعبارة هـ هي التي تسمح لي عند لذات، في فاسات وأدوات هـ القياس"

كل هذه المسائل تطرح مشاكل أخطر وأعم نظرية الفيزيائية وحدودها، حقيقة نسبية وعظيمها، دور كل من العقل والتجربة في بناء المعرفة العلمية، إلى غير ذلك من القضايا لايسمولوجية لي اثره ترك الحديث عنها في قسم الموضوعات بخصوص أنفسهم





القِسْمُ الثَّلَاثُ  
النَّصِيحُ



## ١ - مطلقات نيوتن<sup>(١)</sup>

### نيوتن

نبي نيوتن ميكانيكه على مطلقات ثلاثة الزمان المكان والحيز المطلقة، وذلك في مقابل زمان النسبي والمكان النسبي وحركته نسبية إن حركة الشخص الذي يجني عو طيه سفيه بحري في سحر حركة نسبية، أما حركته الأرض في الأثر (ساكن) فحركة مطلقة. إن هذا نوعان من الحركة حركة الأجسام بالنسبة إلى بعضها بعضاً (وهي نسبية) وحركة لأجسام نسبية في الأثر الساكن (وهي مطلقة) والتمييز بين حركة المطلقة وحركة النسبية يؤدي إلى التمييز بين الزمان المطلق والزمان النسبي والمكان المطلق والمكان النسبي لأن الحركة لا تنصور إلا في زمان ومكان وكذلك الحال بالنسبة إلى شخص في الحيز الذي يشععه الجسم من المكان. وإن المكان والزمان حسب نيوتن، إطاران واقعيان مضمكان مستقلا عن الأسماء التي توجد فيها. وحوادث التي تجري فيها و زمان الذي يرمز إليه بحرف  $t$  في معادلات ميكانيكية هو هذا زمان المطلق الذي يساوي بشكل منتظم، يمكن بدخول الزمان مرة كمختبر وسيطي (زمن) في معادلات يجب أن يكون مطلقاً، وإلا فكيف يمكن أن نحدد قيمة قيم المتغيرات الأخرى؟

ذلك هو الأساس الذي قامت عليه الفيزياء الكلاسيكية كلها. ونيوتن لا يبرهن على وجود الزمان المطلق والمكان المطلق بل يفرضهما ويصفي عيها خصائص معينة، ونجد دعوى البرهنة على حركته المطلقة أو سطره بقوة التردد  $force centrifuge$  كما يشرح ذلك في هذا نص بحال الأداء بعض في حيز والقوى بالزمان المطلق يقتضي الفرض بالذات أي بزمان حوادث أي بوجود زمان واحد بالنسبة إلى جميع الملاحظين الذين يوافقون حسب محرك، وهذا ما ثبت نظرياً بالنسبة عدم صحته. كما لا يمكن بالحركة المطلقة يستلزم القول بالمكان المطلق أي الأثر. وكما نرى بحركته متكرس وهو في الزمنية إلى قياس حركته المطلقة بالأرض بالنسبة إلى الأثر الساكن، والسائق السفينة التي تسير على هذه البحيرة، نقطة انطلاق نظرية النسبية كما مر حد ذلك في الفصل قبل الأخير.

١ الزمان والمكان والحيز وحركته مفاهيم يعرفها الناس جميعاً، فلا حاجة إلى تعريفها، ولكن علينا أن نلاحظ أن أساس، عادة لا بتصوير هذه مفاهيم إلا من خلال علاقاتها بالأشياء الخمسة، مما ينتج عنه عدد من الأحكام المسبقة، يتطلب تبديدها التمييز في

(١) Isaac Newton *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* traduction de Mme du Châtelet tome ١, pp ٣, 4.

هذه مقدارين من ما هو مطلق وما هو نسبي ، بين ما هو حقيقي ، وما هو ظاهري ، بين ما هو  
رياضي وما هو عامي

لرمان المطلق ، الحقيقي والرياضي ، الذي لا علاقته به بأي شيء خارجي يساوي  
التقدم وسمى المجموعة أما لرمان النسبي ، بظاهري لعامي ، فهو هذا المقدار حسي  
لخارجي ، انسانيه و ليوم واشتهر بالنسبة ، الذي بسعمله عادة بقياس جزء من اليوميه  
من سعة الحركة ، والذي يكون دقيقا بانه بمرئياً بـه أخرى

ولكن المطلق الذي لا علاقته به بأي شيء من الأشياء خارجيه لحسية هو بطبيعته  
ساكن محاسن دوم ما لمكان النسبي فهو هذا مقدار المتغير ، أو اساده بي قد تطول أو  
قد يقصر ، ولي يقيس به مكان المطلق ، والذي يحدده جوارب به عن موقعه من الأجسام  
والعوام من الناس يحيطون بينها وبين لمكان ثابت وهكذا يحدد الناس عادة لمكان  
النسبي ، في آخر أو في لسان ، به إلى موقعه من الأرض ولا يحدد مكان المطلق ويكن  
نسبي في طبيعته أو مصدرها ، فهم من هذه الدحية متقدمين ويكنهم لك كدنت دوم من  
حس لعدد ذلك لأنه إذا تحركت الأرض مثلاً ، فإن لمكان الذي يشعله اهواء المحيط بها  
والذي بقي دوماً هو بالنسبة إلى الأرض ، يكون بانه جزء من المكان ينقص الذي يحترقه  
هراء ، ونارة جزء آخر وهكذا يبعد موقعه في لمكان المطلق بـه تقطاع

وأما الخير (أو الملجل) Lati فهو ذلك الجزء من المكان ، الذي يشعله جسم وهو ،  
بالنسبة إلى المكان ، إما مطلق وإما نسبي وأعود فأؤكد أن خير هو جزء من المكان وليس  
المقصود منه موضع جسم ولا مساحه المحيطه به ذلك لأنه عندما يكون لجسمان مساويين  
يكون الخير الذي يشعله أحدهم مساوياً دوماً للخير الذي يشعله الآخر ، ولكن مساحه  
أحدهم تختلف في اعقاب عن مساحه الآخر ، فتكون أكبر أو أصغر ، بعد اختلاف شكله  
كل أن موضعيه بين مصدرين كبير ، يعني تكتمه ، ويبعد بالأخرى حيرين ، بين هما  
محددان كشيان بخيرين بـه حركة لكل هي نفس حركة مجموع آخرته ، فالتصان الكلي بـه  
خارج خبره هو مجموع انتقال آخرته إلى خارج خيره ، فخير لكل هو نفس خير مجموع  
آخرته ، فهو إذن داخل في الجسم ومندرج تحت كليه هذا جسم

أما حركة المطلقه فهي انحدار الجسم من خير مطلق إلى خير مطلق واخرته  
سبه هي تقدم من خير نسبي إلى خير آخر نسبي وهكذا فخير نسبي جسم موجود  
فوق مسفه تدفعه الريح سرعه هو ذلك الموضع الذي يشعله الجسم على السفيه ، أو هو  
هذا جزء من الجسم لكي بالسفيه الذي يشعله الجسم ويحرك حركته أما السكون  
نسبي فهو دوام هذا الجسم في نفس الموضع الذي تحته في السفيه أو في ذلك الجزء الذي  
يشعله من حجمه لكي وأما السكون الحقيقي فهو دوم جسم في نفس الجزء من المكان  
الساكن الذي تحرك فيه لنفسه ككل حجمها ولأشياء الموجوده عليها ومن هذا يتضح  
أنه عندما تكون الأرض في حاله سكون حقيقي ، فإن الجسم الذي يكون داخل السفيه في  
حاله سكون حقيقي ، فإن الجسم الذي يكون داخل السفيه في حاله سكون نسبي يصبح

في حالة حركة حقيقه مطلقه تكون سرعتها هي نفس السرعة التي نحرك بها نفسه على الأرض أما عندما تتحرك لأرض دورها، فإن هذا جسم يصبح في حالة حركة حقيقه ومصفقة يرجع في جزء منها إلى حركة الأرض حركة حقيقه في المكان ذاته، وفي جزء آخر منها إلى حركاته له، سواء منها حركاته نفسه فوق الأرض أو حركات لأجسام فوق السطحه، ومن هذه الحركات شيئاً الحركة النسبية للجسم على الأرض وهكذا، فإذا كان الجزء من الأرض الذي تتحرك فيه النسبية، يتحرك هو نفسه حركة حقيقه نحو الشرق وسرعته 10 010 وحدة مثلاً، وكانت لرياح تدفع نفسه نحو الغرب سرعه 10 وحدات، وكان ركب يمشي على صهريه متجهاً نحو الشرق بسرعه 1 (وحدة واحدة)، فإن هذا الأخير، سيكون في حركة حقيقه مصفقة في المكان الثالث، سرعتها تساوي 10 001 وحدة في اتجاه الشرق، ود حركة نسبه على الأرض سرعتها 9 وحدات في اتجاه الغرب

وفي علم الفلك، نميز بين الزمان المطلق والزمان النسبي بواسطة «معدده الزمان» العامي (الموقع أو الأيام لطبيعته ليست مسويه ونكر حرب المعاده على عوارض مساويه حتى تأتي للناس فانس الزمان أم عده الفلك فهم يصححون هذه الاختلاف بين الأيام، حتى يتمكنوا من قياس الحركات المساويه بواسطة زمان أكثر دقة

ومما يمكن أن لا تكون هناك أية حركة منتظمه من شأنها أن تساعد على قياس لزمان فينب دقيقتاً ذلك لأن جميع الحركات معرضة لتسارع أو التباطؤ، في حين أن انساب لزمان تطبق انسياب لا يتغير، لا يريد ولا ينقص

والديمومه، أو دوام وجود الأشياء، تبقى هي هي، سواء كانت الحركات سرعه و بطيئة أو كانت معدمه، وبذلك يميز بينها، نحو وبين القياسات الحسيه، وهذا للمسرحم بواسطة المعاده المعكيه

ب ترتيب أجراء المكان ترتيب ذات مثله مثل ترتيب أجراء الزمان ذلك لأنه و أمكن لأجراء المكان بعداد غير لذي شعفه فيها سيكون قد عادت نفسها، إذ صبح هذا تعتبر ولو صح أن لأزمنه والأمكنه هي، بشكل ما، غير نفسها، وغير جميع لأشياء إن يكون تأخيره يحدد في زمان حسب ترتيب لتابع ويحدد في المكان غير (مكاني - زمان) شعفه لأشياء، ومن غير المعقول أن يكون هذا غير الأساسي متحركاً (إن لذي يتحرك هو لأشياء لموجوده فيه) وإنه فيمكن ولزمان غير مصفقة، ولا يمكن أن يكون هناك حركات مصفقه لأن المتحرك خارجها

ويكن بما أن أجراء المكان (الذي هي غير للأشياء) لا يمكن إدراكها ولا تغيير بعضها عن بعض بواسطة حواس، فإن يستعمل بعض، معادير حسه وهكذا يحدد جميع لأجور (جميع حور كعبي حور)، على العموم بواسطة موقع الأشياء ويهدف بالنسبه إلى جسم معين بعينه ذات، ثم تأخذ في حساب حركات بالانكاس على هذه الأجور بني حدودها من، طائير أو لأجسام تتحرك بالنسب بينها فعلاً وهكذا يصح هذه الأجور والحركات النسبيه مكان لأجور والحركات مصفقه وإن كان هذا الآخر، يلائم حياث العاديه، فإنه لا بد في

انفسه (أي لميرياء) من التحرر من الخواص ومعطيات، ذلك لأنه قد لا يكون هذا جسم ساكن سكوتا حقيقيا نمك، بالارتداد عليه، من قياص «أحوار و حركات

ن الأثر (أو انطواهر) لم يكن لتمييز بواسطتها بين الحركة المطلقة والحركة النسبية هي تلك القوى التي تكسبها لأجسام خلال دوراتها، والتي بدورها إلى الأبعاد عن محور حركتها إلى هذه القوى بعدم تمام علما تكون لأجسام في حالة حركة دائرية نسبية، وأما حينها تكون حركة الجسم حقيقية مطلقة، فإن القوى المذكورة تردد أو نقص حسب كنه الحركة

وهكذا، إذا حركنا ماء معدنا عن حركته، حركة دائرية موصولة إلى أن يصبح الجسم متوترا، ثم ملأ الإباء ماء، وبركاته حتى يسكن تمام هو وانه اندي فيه، ثم أرحبا الجسم وبركاته يعود إلى حاله الطبيعية، فإن الإباء سيكسب، هذه الطريقة، حركته دائرية بدوم طويلا وبعد بداية حرك الإباء هذه نلاحظ أن ماء ظل هادئا وأن سطحه يبقى مسويا، كما كان من قبل، داخل المصوب ولكن من غير سوى لحظة قصيرة حتى نلاحظ أن حركة الماء تنقل شت فشت إلى ماء الذي فيه وهكذا يأخذ الماء في الدوران مع الإباء، وبدورانه هذا يأخذ في الارتفاع على حاشية الإباء وكأنه يحاول الانهلات إلى الخارج، الشيء الذي يجعل وسطه ينحصر فيصبح شكل الماء مقعرا، وهذا شيء لاحظته نفسي ثم ترددت حركة ماء ويرداد ارتفاعه على حاشية الإباء، ويسمر كذلك إلى أن تصبح دورات ماء مساوية تمام دورات الإباء، وحينئذ يكون ماء، بالنسبة إلى الإباء، في حالة سكون نسبي إلى ارتفاع ماء حول حاشية الإباء يدل على وجود جهد يذسه ماء لكي يتمكن من الابتعاد عن مركز حركته ويمكن أن نفس، بواسطة هذا الجهد، الحركة لدائرية الحقيقية المطلقة التي هذا الإباء، تلك الحركة التي هي مناقضة تمام حركته لسه ذلك لأن، في البداية، عندما كسب حركة نسبية بماء أكبر، لم يكن هذا ماء يدفع لسعد عن محور حركته، ولم يكن يرتفع على حاشية الإباء، من بعد ظل مستويا هادئا، وبالتالي لم يكن له بعد أية حركة دائرية حتمه ومطعمه ولكن عندما أحدث حركة الماء في انقصاب، بدأ يرتفع نحو حاشية الإباء، مما يدل على ذلك الجهد الذي بذله قصد الابتعاد عن محور حركته، ب هذا جهد الذي يأخذ في الزيادة يد بدوره على تردد حركة الماء، حركته لدائرية حقيقية وأخيرا يد هذه الحركة لدائرية حقيقية سمع أقصاه عندما يكون الماء في حالة سكون نسبي داخل الإباء ب الجهد الذي بذله ماء قصد الابتعاد عن محور حركته لا سوف إذن على حركته بالنسبة إلى ما يحيط به من الأجسام، وبالتالي فإن الحركة لدائرية حتمه لا يمكن تحديدها وصطلها بواسطة الحركة لسه ذلك

## ٢ - الحتمية الكونية<sup>١</sup>

### لابلاس

يعكس هذا النص، وهو مشهور، أحد الاعتمادات براسخ في الحتمية التي كان يواجه أقطاب بعيريه الكلاسيكي ولابلاس (Pierre-Simon de Laplace ١٧٤٩ - ١٨٢٧). صاحب هذا النص يعبر عن أقواله وعنف دعة الحتمية، التي يجدها ضمن الظواهر الطبيعية كلها صعبة وقبها، ولديك وصف حتمية الحتمية الكونية. نجد ألف لابلاس كتابه مشهور الميكانيكا السماوية وعرض فيه النظام الكوني بيوتوني عرص أكد بطله وكمالاً، فجمع فيه كل يقين بلاشي من صلاية نعم البيوتوني وعزارة نعم الديكارتي. نجد ادراج هذا النص ليس فقط ميمته التاريخية، بل أيضاً مناقشات التي سطع عنها في النصوص نفسه حول موضوع الحتمية لا نفهم إلا في ضوء التصور الكلاسيكي للحتمية، وهو التصور الذي يعبر عنه هذا النص أقوى بعد.

«إن جميع الحوادث، حتى تلك التي تبدو، لصعها، مستعصية على تفويض طبعها لعدمها، هي نتيجة ضرورية هذه القوانين، مثلها في ذلك مثل حركات الشمس عبر ال جهب بروط التي تشهد على نظام الكوني العام، قد جعلت نعروفنا على أسباب عالته و على تصورها. حسب ما يكون ذلك حوادث مساهمة بالنظام، أو حارمة بدون نظام ظاهري، وبعد أدنى نحو معرفتها يز مسعد هذه الأسباب الخفية، تدريجي، وهي تكتفي الآن كذا أمم نفسها لصحيتها التي لا يرى فيها إلا تعبراً عن جهل، نحن لسؤالون الحقيقة عن

ب الحوادث لرهنا مع الحوادث الحتمية رطه مؤسسه على هذا الوضح بلي، وهو أنه لا شيء يد في الوقوع دون سبب وب هذه سببيه نعروفه عند السبب الكافي (= الحتمية) يسحب معنوها حتى على لأفعال التي نعدها أفعالا رديه حرة، و توقع ب كثر لأرادات حرة لا يمكن أن يمتد هذه الأفعال لأد كذا هناك حار محمد ذلك لأنه

Pierre Simon de Laplace: Essai philosophique sur les probabilités, présentée comme une introduction à la théorie du 8-4 dans *Théorie analytique des probabilités* (œuvres Paris Garnier) 1886, vol. VII, I pp. VI-VII, et Robert Blanché: *La Méthode expérimentale et la philosophie de la physique* collection U 46 Paris Armand Colin, 1969 pp. 134, 145.



تشابه جميع الظروف بالنسبة إلى موقعين معينين، وكانت تلك لارادة الحرة تمارس فعلها في أحدهم دون الآخر، فمن خياره قد سيكون نتيجة لا سبب لها وحسب، صبح، كفي قد ليسر، أمام تلك الصدقة لعماء التي قال بها الايقوريون إن امرأي بحالف بعكس وهم من أوهام الفكر سدي يعتقد، أمام عجزه عن رؤيه الأسباب الخفيه التي تدفع لاراده إلى الاحبار بين الأشياء المتشابهة، ب هذه الأرادة قد حددت نفسها بنفسها، ودونما حافر

يجب أن نطرح، إذن، إلى الحالة برهنة ليكون كسجه عانته الساعده وكسب عائلته سلاحه، فهو أن عقلًا يمكنه أن يعرف، في لحظة من اللحظات، جميع القوى التي تحرك الطبيعة، وكل لأوضاع التتالية التي تتجدها فيها الكائنات التي تتألف منها - أي الطبيعة -، وهو أن هذا العمل نفسه هو من الانساع ولشموس بحيث يمكنه أن يجمع هذه المعطيات بتحليل، فإنه سيكون قادراً على أن يصمم في عماره بأصبيه واحدة حركات أكبر لأحسام في يكون وحركات أصغر وأدنى الدراب، فلا شيء يكون بالنسبة إلى هذا العقل موضوع شدت إن الماضي والمستقبل سيكونان، كلاهما، حاضرين أمام عييه، والفكر البشري يمكنه أن يسطر إلى التقدم سدي حصل عليه في ميدان الهندسة، ب بذلك عبوره تعقيداته بانه عن حد اعين إن لاكتشافات التي توصل إليها الفكر البشري في ميكانيك وهندسه، بالإضافة إلى ذلك سدي قام بها في ميدان الخادمية الكريسه، قد تمكنه أن يصمم نفس العدارب التحسينيه (لرأصبيه) حول نظام الكوب، بأصبيه منها والمفله، وسطيق نفس السبح عن بعض موضوعات الأخرى التي تدخل في مجال معرفته، قد توصل إلى إخراج نظوه هو ملاحظته إلى قوانين عامة، وإلى توقع الظواهر التي ستجتم عن ظروف لفلمه، ولأشد أن حيه هذه مجهودات التي بذلها الفكر البشري في البحث عن الحقيقة ستجعلها تقرب شيئاً فشيئاً واستمراراً من هذه العمل الذي حسنه، وسدي سيطر دونما، مع ذلك، بعيد المنال

### ٣ - الصدفة<sup>(١)</sup>

#### كورنو

سادت البرعة ميكانيكية اليوسينية في القرن الثامن عشر والنصف الأول من القرن التاسع عشر ووردت صيادها حتى في العلوم الإنسانية التي لا تقبل التجديد الحقيقي، فمثلاً برعات ميكانيكية في علم الاحتمال وعدم النفس وأصبح كثير من العقلاء والفلاسفة يفسرون الحوادث التي تقع صدفة بكونها نتيجة أسباب طبيعية ومن هنا كتبت الصدفة طبعاً ديب وأصبحت مرتبطة بحالة الإنسان من العلم والجهل وقد عثر لانسليز عن هذا قوى نعم - كي رأينا - عندما نجعل عملاً يقوم عمل البشر يستطيع لإحاطة بجميع الأسباب والظواهر ومن ثمه يستطيع السؤا بى سيكون عليه بكون كله إن هذا يعني أن الصدفة ستصبح معدومة بالنسبة إلى هذا العقل محيط وبعد كان العالم الرياضي ونعيسوف يفسرني كورنو ١٨٩١ - ١٨٧٧ على أسس الباحثين الذين أعطوا بصدفة معنى موضوعي غير متعلق بدراجه غير لانسليز أو جهله، فأنج هيريو بذلك حساب الاحتمالات والاحتماء إن كورنو يرى أن للصدفة وجود موضوعي، فهي نتيجة سلاقي سلاسل مستقلة عن الأسباب، يسببها عن جهل الإنسان ولا هي منافضة ضد المسببة، بل إنها مظهر من مظاهر ضد المسببة ذاته، تحدث في حوادث إحصائية والظواهر البسرية ويغلب بكون كورنو قد خفف من سموم الفهم الميكانيكي بنظمه، في نفس الوقت الذي أرجع فيه الصدفة إلى مزج من السببية

ومن من ظاهرة، أو حادث يحدث لآ وله سبب ذلك هو المبدأ بوجهه يعقل لشري والمنظم لمعاملاته خلال البحث في الحوادث الواقعية قد يحدث أحبباً أن يعيب على سبب لظاهرة، أو أن يحدث سبباً ليس بسبب، ولكن، لا عجز عن تطبيق مبدأ السبب، ولا لاحضاء التي تقع فيها عند نظيره فاحذين على رعرعه إيماناً بهذا المبدأ الذي يعبره فاعده مطلقه وضرورية

إن مرجع الفهم من النتيجة إلى سببها مباشر، ثم يعبر هذا لسبب بدوره بوجهه لسبب آخر، وهكذا دواليك، دون أن تتصور أدهاناً وجود ما يوقف هذا التقائون، قد يكون لمرجع مع نظام الحوادث في بعده في ملحظه لراهه بوجهه يمكن أن يصبح دوره سبباً

(١) Antoine August Cornot, *Exposition de la théorie des chances et des probabilités* (Paris: Hachette 1843)

سبحه لاحقه، وهكذا إلى ما لا نهاية به. إن هذه النسب اللانهائية من الأسباب والسبب المترابطة في سائر برص النسب التي تشكل الظاهر، لم تكن جميعه من جنسها، هي غيره عن متسلسلة خطية ويمكن أن تتوجد في وقت واحد سلاسل من هذا النوع، لا نهائية العدد، كمد مع سائر الزمن، أو تقاطع بشكل يجعل من ظاهره وجهه بعين، تصافى عن حدوثها عدة ظواهر، بسبب مجموعه مهيمنه من سلاسل لأسباب عوده (= القاعه) و سبب تولد عنه بدوره سلاسل من السبب عديده، تبقى مهيمنة ومعصومه تمام عن بعضها بعضاً، بعيد عن مطلقها لأول

يمكن أن يكون، لأنفسا فكره سببقة عن تقاطع هذه السلاسل وعن استقلال بعضها عن بعض، بالنظر إلى شرط الأحبار الشرية فالشخص الواحد يربط عن طريق أليه وأمه، بسببتين من أصول تفرعان هذا كل حين ويمكن هذا الشخص أن يصبح بدوره أصلاً أو مصدرأ مشترك بعدد من سلاسل السبب تبقى مهيمنة منفصه عن بعضها امدء من هذا الأصل مشترك، أو تقاطع عرصه بفعل لم يحدث بعائنه قد يحدث أن يربط عدة حرمات من فروع هذه السلاسل في فترة زمنية قصيره، ولكن حرمات أخرى، أكثر عدداً، من فروع نفس السلاسل، تتوزع جانب وبقي مهيمنة تمام ومعرويه بعضها عن بعض وإذا اعتد أفراد في أصل مشترك، فإن أصله هذا الأصل سيكون غير عديمه يصعب، إن لم يكن يستحيل، إثباته بسلالات تاريخية

وإذا كان قبل الشرية لواحده لا يمكن أن ينقسم، من جهة الأصول، إلا قسمه ثنائية، فإنه من الممكن تصور وجود فروع عديده، سواء من جهة الأصول أو من جهة الفروع، عندما يعلو الأمر بعين ومعلولات غير عديده وحشد سيكون أمام ظاهره يمكن اعتبارها بسببه عدد كبير من لأسباب احتمله ويظهر أن هذا هو حدث فعلاً فهو سببهم تمام مع نظام العام السائد في الطبيعة، النظام الذي هو عبارة عن سائر تنص، في معظم الحالات، من الانفصال إلى لاتصاف، كما ينح عنه تر يد عدد الأسباب المتشابهة تريد لانهائية وفي هذه حالة تصبح السلاسل، تلك المتشابهة، التي تنص لتحية بواسطة سبب لظواهر مع سائر الزمن، وهي في هذا شبه بحرمات من الأنظمة البصويه، تصبح عبارة عن كتل من حله بسط وتقبض، دون أن يكون في الامكان تسبب لاتصاف في سببها العام

وسواء نظرت إلى الأسباب مولده بظاهرة من كأسباب مهيمنة، أو عرستها أساساً لانهائية لعدد، فإن الاعتماد السائد بين الناس هو أن هناك سلاسل من لظواهر مترابطة أو المهيمنة، وسلاسل تمود موديه مسانعه دون أن يكون بينها ما يربط بعضها بعض أو يجعل بعضها يتوقف عن بعض صحيح أن بعض بعلامه فالو إن كل شيء في بعينه مترابطة ومتلاحم، مدهيين على ذلك بظرفتهم الخاصة، أو بحجج ذكية، أو بصورات خياليه

(٢) يستعمل لوف عبارة متسلسلة خطية Serie Lineaire وهي مصطلح رياضي يعيد السبيل إلى " لانهائية (= لاتصاف) ويستعمل هذا كلفه ومنسبته ٢٠ عبارة كلفه ومنسبته ٢٠ راجع لسهولة فهم

مصحكه ولكن لا براعه أدبهم ولا سحافة حجبهم ولكن أن تمنع برية انعام او شككه في معتقده فلا حد يصك حجب في أنه إن صرت الأحرار برجه أدنى إلى ابرعاج ملاح الندي بسام على سفيه على لطوف الآخر من نكره لأرضيه، أو إلى حدث حدث في مصام حركه أوفر بشري وهذا قلب من الباحه لطرفه بإمكانه حدوث مثل هذا حدث أو حدث (برعاج، بفعل أنساب مثل نبي ذكرنا، فإنه لا بد من التسميم بأن لا يستطيع فقط ملاحظه ذلك، وبأن لا يحدث أية وسيلة تمكن من تتبع ثوره على مظهره ونمطه حرى، إن هذا يتخطى المرسوم، بين أحرار نعام، لا ندم لنا عن نفسه بة اشاره حسه، فهو ناسه إلى نظام الحوادث لتدبيره بملاحظه من قبيل ما لا وجود به

ب. حوادث ساحه عن داخل أو بلافي ظواهر تفسد إلى سلاسل مستعده، في نظام اسسية، هي ما سسمه بالحوادث العرضيه أو نتائج لصدفه

سوضح هذا بأمنه نعرض أن خويز شقيقين عملاق في صوره عسكريه واحده لف حتمها معا في إحدى معارك، فعندما سطر إلى ربطة لاجوه التي تجمعها وإلى المصيبة لي حبس بها يلدوب الأمر عرياً حدثاً ولكن عندما تفكر في مسأله نعوى يصح لنا أن نسميهم إلى نفس لفرة العسكريه ووفائهم في نفس المعركه ليس من الضروري أن يكونوا معلى أحدهم عن الآخر، وأن الصدفة تسبب وحدها التي أدت بها إلى ذلك المصير الممجع ذلك لأنه من الجائز أن يكون الأخ الأصغر قد انتحى بالجندية هدم بأحبه لأكثر، وبالتالي يصبح من الطبيعي تماماً أن يعمل على الالتحاق بالفرقة التي تنتمي إليها هذا الأخير، مما سيجعلها معرضين نفس الأخطار وسمح لكن منها بالمسارعه إلى مجده الآخر وإذا حدث أن واحداً معاً حطراً ماحقاً فليس عريباً أن نلاحظ حتمها معا وقد يكون لأسباب أخرى، لا علاقه لها بكونها أخوين، دور في هذا الحادث، ولكن الأقربان بين كونهما أخوين، وكونهما لقد حتمها معا، ليس راجعاً إلى محض الصدفة

نعرض الآن أن هدس الأخوين يتميذان إلى حينين، أحدهم يقاتل في الجبهة الشمالية والثاني يقاتل في سهول حال الألب (= الجبهة الجنوبية)، وأن معركة مشتب في نفس اليوم، في الوجهتين معا، وأنها لعب حتمها في نفس اليوم كذلك، كل في الجبهة التي يعمل فيها وفي هذه الحالة يكون من المعقول اعتبار وفائهم معا، في نفس اليوم، رجعاً إلى محض لصدفه، ذلك لأن العمليات الحربية في الجبهة الشماليه ونفس العمليات في الجبهة الجنوبيه تشكلا، نظر بعد مسافه، سلسلتين، متشركين فعلاً في نقطة الانطلاق لكونها محصعان معاً لأوامر مركز لقيادة العسكريه، ولكنها سرعان بعد ذلك في استقلال كامل عن بعضها بعضاً نظر لضرورة لتكيف مع المعطيات المحليه الخاصه بكل جبهة وهذا سيكون الظروف لي أدت إلى شوب اتصال على الجبهة الأولى لا علاقه لها بالظروف التي أدت إلى اشتعال حروب في الجبهة الشماليه، على الرغم من أن المراكز شتت في نفس اليوم وهكذا فإذا دخلت الفرقتان في المعركة في يوم نفسه، وكان عدد القتلى فيها كبير، فإن مقتل الأخوين، كل في فترته، لن تكون به أية صلة بكونهما أخوين شقيقين

يجب أن لا نسب مثل هذه حوادث إلى الصدفة، فقط لكونها صادرة بعينها بل بالعكس، فكون صدفة هي التي أدت إلى حدوثها وحدها، دون حوادث أخرى يمكن أن تسبب فيها ملائمة غائبة، هو ما يجعل منها حوادث صادرة، وكونها حوادث صادرة هو ما يجعلها تبدو صادرة بعينها. فحينما يحدث لعين من هذه الأشياء شيء على نفس النمط من تكرار لبيضاء وتكرار السوداء، فإن امسكه بكرة بيضاء لا يمكنه في نظرها به عرابه ولا أية صدفة، فحينما كان له أمسكه بكرة سوداء، ومع ذلك فإن امسكه به لكره أو تلك هو الحق، من عمل الصدفة ذلك لأنه من ثمه في الظاهر أنه نقطة بين الأسباب التي أدت إلى وقوعه يد الرجل على كرة معينة والأسباب التي جعلت هذه الكرة بيضاء أو سوداء

نعم، بعد عدد، في بعض العاديه، استعمال كلمة صدفة بالنسبة إلى الحوادث التي تأتي بسبب ملائمة صادرة ومثيرة للاستعجاب. فإذا أخرج الرجل صندوق من الصندوق كره بيضاء أربع مرات متتالية قلنا إن ذلك يرجع إلى صدفة كبيرة، الشيء الذي لا يقوله علم يخرج كرسى بيضاء ثم كرسى سوداويين، وبالأحرى، عند تتابع الكرات لبيضاء والسوداء بانتظام أقل، مع أن هاتك في جميع هذه الأحوال، استقلالاً كاملاً بين الأسباب التي وجهت يد الرجل والأسباب التي منحت لكرات لوناً. وبما أنه في الصدفة التي قتلت الأخوين في يوم واحد، ولا شبهة، أو شبه بدرجة أقل، إلى الصدفة التي أودت بحياة أحدهم من لآخر فافصل رمي مقداره شهر أو ثلاثة أشهر أو ستة أشهر، على الرغم من عدم وجود أية رابطة بين الأسباب التي أدت إلى مقتل الأخ الأكبر في يوم معين، ولأسباب التي أدت إلى مقتل الأخ الأصغر في يوم آخر، ولا بين هذه الأسباب وبين رابطة الأخوة التي جمعتهم وعندها عند العمل الذي يشغل في نظمه تعمل الحروف اليدوية المشوشة على قطع حديدية، يده إلى صندوق مراكم فيه، بلا نظام، هذه الحروف مخرج لثلاثة عشوائيه مجموعات من الحروف، فإننا لا نشبه إلى المجموعات التي لا تشكل صوتاً قابلاً للنطق ولا كلمة من كلمات لغة معروفة، على الرغم من أنه ليس ثمة أية رابطة بين الأسباب التي وجهت يد الماسح نحو هذه القطعة أو تلك ومن الأسباب التي جعلت هذه القطع تحسن هذا الحرف أو ذلك. إن هذا الفرق الغامض المهم الذي يستعمل به كلمة صدفة في الحياة اليومية يجب استبعاده تماماً عندما يحدث لنا من خصائصه الدقة في التعبير، نعم العلم والفلسفة، أنه لا بد، كي نحصل التفهم، من الاهتمام بدراسة خاصة مع هذا الأساسي وجوهري في مفهوم الصدفة، أي الاهتمام بعكس الاستقلال، أو عدم الترابط والتداخل بين مختلف سلاسل الحوادث أو الأسباب

وفي هذا الصدد، كثيراً ما يستشهد بفكرة هيوم القائلة «ليس ثمة صدفة بمعنى الكلمة، ولكن هناك ما يكافئها، أي ما نحن فيه من جهل بالأسباب الحقيقية للحوادث». كما أن لابلاس نفسه يقول في كتابه من المبدأ التالي «إن الاحتمال سبي، يرجع في جزء منه إلى ما ندين من معلومات، وفي جزء آخر إلى ما نحن فيه من جهل»، ومن هنا نخلص إلى القول: إنه بالنسبة إلى عقل سام يستطيع تبين جميع الأسباب وتنعج جميع النتائج التي يلزم

عنها، لن يكون هناك علم حاصر بدراسة الاحتمالات، لأن مثل هذه العلم سيكون بالسهو إليه عبر ذي موضوع

مثل هذه الأفكار أفكار غير صائبة نعم إن كنهه صدفة لا يدل على شيء يتمتع بوجوده بطولوجي، فهي ليست جوهراً، بل هي فكرة تدل على الائتلاف وانسجام كبر من منظومات عديدة، من لأسباب واحداث، ينشأ كل منها في سلسلته خاصة به ويمر فيها باستقلال عن الآخر، وللعقل السامي الذي تخيله لانسلاسل لن يختلف عن عمل الانسان إلا في كونه أقل تعرضاً للخطأ، أي في كونه لا يخطئ أبداً في تطبيق هذا المعطى العقلي فهو من يقع في الخطأ لاجم من النظر إلى السلاسل التي يؤثر بعضها في بعض وفق قانون انسيبة كسلاسل مستقلة، ولن يسبب الاستقلال إلى الأسباب التي تست في لواقع مستقلة به سيحدث معنى أكبر، وربما بدقة دامة، نصب الصدفة في تطور الظواهر لسانعه ونموها به سبب، مستقلاً، فالسائج الراجعة إلى نضائر الأسباب مستقلة، لشيء الذي يصرح نحن عن العلم به في العالم

لنعرض مثلاً أن مكعباً من مكعبات لعبة لرد، داسه عبر منتظمة يعني به على الطاولة قوى محددة في شدتها واتجاهها وبسطة تأثيرها لدى كل مرة، بأساس مستقلة عن لأسباب التي تعمل بها في امرات الأخرى، إن هذا العقل السامي الذي قال به لانسلاسل يعرف ما لا نعرفه نحن، يعرف ماذا ستكون عليه، على وجه التقريب، العلاقة بين عدد امرات التي تسفر عن سطح معين من هذا المكعب، وبين مجموع المحاولات، وسكون علمه بذلك أكيد، عندما يكون على هيئة نامة من القوى التي تؤثر وعندما يمتد من حساب سائج هذه القوى في كل محاولة من محاولات اللعب، وبالأحرى عندما يكون علمه أوسع من ذلك وكلمة واحدة ستكون هذا العقل أقدر مما عن معادته وبطريق جميع العلاقات الرياضية لتعلمه بالصدفة وعن أن يجعل منها قوانين لنظام الاحداث في طبيعته

في هذا الاطار يكون من الصحيح لقول - وهذا ما قيل مراراً أيضاً - بأن الصدفة تحكم العلم، أو على الأصح، لها نصيب، ونصيب مهم في تدبير العلم وهذا لا يعني سوجه من ابوجه امتداد فكرة وجود تدخل علوي إلهي، سواء اعتدروا هذا التدخل الإلهي لا يساور إلا السائج العلم والمتوسطة، التي تصطبها قوانين الصدفة، أو كان يساور التفاصيل والخرافات بشكل يس مع رؤى تتجاوز علومنا ونظريات

أما إذا بقينا في مستوى الأسباب الثانوية والاحداث الفصيلة التي تشكل ميدان الخاص بعلوم، فربما نظرية لرياضية بالصدفة تبدو لنا كطريق وسع جداً لعدم الأعداد، وبالسلي كثيرير مدح لحكمته العائله و لعالم لحكمه الأعداد والواقع أنه على الرغم مما قد يكون لمفاهيمه من إراء في هذا الصدد، فلا شيء يسمح بالاعتقاد بأن جميع الظواهر يمكن لرجوعها إلى مفاهيم الامتداد والزمكان والحركة، وكلمة واحدة، إلى المقادير المنصبة القاسية بلقيس التي هي موضوع هدمية ان أعمال لكاتب الحية، أعصاب العصب والخلفية لا يمكن تصورها في اطار معارف انراهم ويمكن أن سحرنا فصرح أنها لم تصل التفسير ميكانيك

عناء هندسه إيه لا سمي إلى احداث هندسي و ميكانيكي في ميدان الأعداد إيه دفع  
 حب إلى حب، في هذا ميدان نفسه، لتجلى نفس الموقع سدي يحته مفهوم تركب  
 السلاسل ومفهوم خط، مفهوم النسب ومفهوم تضاعف، هذه المفهوم اللدن يحاكي ان  
 عن صعيد لجريد، مستوى هندسه والميكانيك، واللدن يتعدى على ظواهر انطبعة خبة،  
 ظواهر لعدم الوعي والعالم الأخلاقي، كي يطمس على المظاهر الساحة عن حركة الماته  
 الخامده»

## ٤ - فيزياء الذرة وقانون السببية<sup>(١)</sup>

### هايزنبرغ

يعلم ويبدو هايزنبرغ صاحب علاقات الارتباط من أقطاب مدرسة كوبنهاغن التي كان يترأسها هو ، والتي تذهب باللاحتمية دأبه في ذلك مذهب وصفي متطرف . وفي هذا النص الذي يعالج فيه هذا سرع بطور مفهوم سببية عند تقديمه إلى اليوم يحاول أن يجد في تاريخ العلم ما يؤكد وجهة نظر مدرسة كوبنهاغن الوضعية التي تروى حتمية ونقود بالصدح لأخصائيين في الفيزياء المعينة مع عطاءه مفهوم اللاعقد . وبذلك وجهة نظر يرفضها كثير من العلماء وعن أسهم إيسين وبوي دو بروي وغيرهما . كما سترى في النصوص الخاصة على أن الذي يثير الاعتراضات حق هو تأكيد هايزنبرغ في حصر النص على استحالة بوصول العلم في مستقبل إلى «إتقاده» عند حتمية ، وهذا تأكيد من محاربه ، لا يتحجم مع الروح عندية

ومن أهم النتائج العامة التي أضعفت عنها التغيير في الفيزياء الحديثة تلك التعديلات التي تعرض لها مفهوم القانون الطبيعي

لقد درج لناس على النقود ، خلال السبع الأخيرة ، أن العلم الذي قد أعلن مبدأ لسببية ، أو على الأقل ، أعدده صفاً من سببته ودت إلى درجة أنه لم يعد من الممكن الحديث عن صفاً عمديت الطبيعة ، بل على العكس بكلمة صفاً ، بواسطة فيزيائيين وأحياناً بعض فقط ، من مبدأ لسببية لا سري مقعوله إلى عدم اندره الحديث . إن قولاً كهذه ستصل عامه ما دام مفهوم السببية ومفهوم القانون غير واضحين بصورة كافية . ولذلك ارتأى أن نأول بخصائص في ما يلي ، تاريخ هذين المفهومين ومرحل تطورهما ، لأعترف بعد ذلك إلى سبب العلاقة التي كانت قائمة بين العلم الذي وفنونا السببية قبل قيام نظريته لكوانت وأخير سألحدث عن نتائج نظريته لكوانت ، وعن تقدم العلم الذي في السنوات الأخيرة ، وهو تقدم عبر معروف لدى جمهور مدرجة كافيته ، ويظهر بالخصوص أنه مسكور له أصداء ونتاج في ميدان الفلسفة

Werner Heisenberg : La Nature dans la physique contemporaine (traduit de l'allemand par René Karvick et A.E. Leroy) (Paris : Ga. varand 1962) pp 37-58



## أولاً . مفهوم «السببية»

يد نظرياً إلى أسأله من الوجهه التاريجيه فرب سجد أن يطابقه بين مفهوم السببية وبين القاعده لي نقول بكن سببه سبب، شيء حديث سبب فكلّمه Causa (عله) لي انفسه القديمه كات ذات دلالة 'ومع جد' من دلائلها الخالب فالنفسه مدرسيه - فلسفه بقرون لوسطنى - كات تحدث، ستناد إلى اوسطو، عن أربعة أشكاف من «العله» لعله بصوريه Causa formalis التي يعبر عنها حاك سابه أو المحيوى مفهومي لشيء، ولعله ماديه Causa materialis أي اماده التي ماب ينكوب لشيء، والعله الغائيه Causa finalis أي هي لعله من شيء، وأحداً لعله الفاعله Causa efficiens وهذه الأخيرة، أي العله الفاعله، هي وحدها بي عباد، تقريباً، ما نعه اليوم بكلّمه سبب

إن نحول مفهوم نعه بصديم، إلى المفهوم الحالي فلسف، فمحرى عبر لقرون وازداد داخل مع سجون الذي يعرض ل مفهوم بوقع - أو الوجود الواقعي - كات كان بصوره لاس قديم، وازداد كذلك مع سوء علم الطبيعه في بديه العصر الحديث وبعده أخذ مفهوم لوجود الواقعي يعني، أكثر فأكثر، بعمليات ماديه بي تتم في الطبيعه، أحد مفهوم العله بدوره يطبق على تلك العمليات الماديه الخاصه التي تسبب لحدث الذي يراى بفسره، وبقي تسبب في حدوثه، بشكن من الأشكال ولذلك نجد وكاتب الذي عمد في مواضيع كثيره إلى استخلاص النتائج من تقدم علوم الطبيعه مند بوس، بسعمل كلمه لسه في معنى الاصطلاحي الذي كان شائعاً في اقرون لاسع عشر - عندما يعلم بحدوث شيء، فربا يعرض دوم أن شيت حرق قد مفع، وأنه جاء ببحه به حسب فاعله معينه - هذه الصوره تحدث صفعه مفهوم سببيه، وأصبح هذا المفهوم يعني في هاته الأمر اسطر حضور حادث في الطبيعه بصوره محدده، وبالتالي أصبح لمعرفة الدقيقه بالطبيعه، أو جزء ماب، يكفي، من اساحيه بديهه على الأقل، بتوقع ما سيحصل في مستقبل وهكذا كات برباء بربس قائمه على التصور الذي، وهو أنه من ممكن صط حركه منظومه ما مسبقاً إذا عرف حاله<sup>٢</sup> هذه المنظومه في لحظه معينه لهذا اعتبر هذا امداً طبيعياً، وقد صاعه لانياس بصوره عامه حد، وصاحبه حد<sup>٣</sup> فقد أوحى به حباله بشاط مارد يستطيع، إذ عرف في لحظه معينه موقع وحركه جميع بدارب (التي في لكون)، ب مفهوم بعميه حسابيه برسم بوسطنها قبلاً، كل مستقبل انكون أما إذ بظرب بى مفهوم لسهه بعادى مضيق، فربا نجد أن المقصود ماب هو «الخميمه»، أي وجود بوايين طبعه ثابته بحد شكل دقيق وصادم ب سكون بيه حاله منظومه ما في مستقبل، ماب على حالتها لرهه

(٢) حاله منظومه ما، هي القيه بي تحد بوقعها وكميه حركتها (ب.م.م)

## ثانياً القوانين الاحصائية

بعد عمل انعم الدري مد مدنه بشأنه على صياغة وتطوير مفاهيم لا تتفق، و لكن يقال، مع هذه الصورة التي رسمها عن مبدأ النسبية ولكن هذا لا يعني ان هذه المفاهيم الجديدة ستفصل لأسس التي قامت عليها تلك الصورة ولكن ما في الأمر هو ان طريقة التفكير خاصة بالعلم الذي كان شائعاً، لا مد ان سيمر مد ليداه، عن أسلوب التفكير الذي يقوم عليه اختيمه بعد سن للمذهب الذي القديم الذي ساد في ديمقراطس ولوسيب Leucippe ان اعبر العمليات التي يجري على سوى الأشياء الكبيرة كتيعة لتعدد من العمليات والتحويلات للاستظمة التي تجري على مستوى الخسيمات الدقيقه هناك حدث كثره شاهده في الحياه اليومية، يؤكد كلف هذا امناً ان ما تلفت ساه الفلاح هو ان سحبه ما قد اهمرب مطراً وسبق لأرض، أما الكيفه التي تولد بها كل نظره من نظره، فسك ما يمكن حد في حاجه إلى معرفه لأحد مثالا حر ان جميع يفهم ماد بعينه كمنه صوان (عائيت Grami) على الرغم من ان لاس لا يعرفون بالتبسط شكل بطورنه ولا تركيبها لكيميائي ولا سبه داخل هذا المركب الذي هو النصول هكذا إدن، سعن باستمر مفاهيمها علاقه بسفوك انطوهر على مستوى لأشياء بكمه، دون ان مهم بالعمليات و حوادث المعرولة (أو الفردية) على السوى الخسيمي

لقد سبق لعلم لدره القديم ان يفسره لتكون على أساس فكره ترمط لاصصائي يوز العديد من العمليات لصعيرة المعرولة، فعمم هذه الفكره وقدم لب صوره عن العالم، قوامها ان جميع الكميات الخسبة التي ليداه، يرجع اليها، بكميه غير مباشره، ان وصعيرة لدرات وحركتها يقو، ديمقراطس «لا يكون الشيء حلواً أو مرأ إلا في انطوهر أف في لوفع فلا وجود لشيء، حر غير الدرار والحلاء» فإذا فسرها هكذا انطوهر المحروسه بواسطة مصافر العديد من العمليات الصعيرة المعرولة نتج من ذلك ضرورة، ان بعض قوانين لطبيعة احصائية لا غير والحق ان هناك قوانين احصائية يمكن ان تؤدي إلى تأكيدات ذات درجه حتمية عالية تساوي، تقريباً، درجه ليقين غير ان هناك استدعاءات هذا المبدأ على ان مفهوم القامون الاحصائي كثيراً ما يبدو متناقضاً، فهو يعني، من جهة، انه من الممكن انظر إلى العمليات لطبيعة كعمليات محدقة بغيرين، ويعني من جهة أخرى ان هذه العمليات تجري بدون افس نظام وان انقواب الاحصائية لا تمل شيئاً وعلى الرغم من هذا يجب ان لا نسي أن، في حياتنا اليومية، لا نحظو خطوه واحده دون ان تصادف قوانين احصائية نبي عليها أنشط لعممه بعدما يثبّد النقي محطه مائه (سد مثلاً) فيه يأحد في حسابه كمية متوسطه من ماء انظر، على الرغم من انه لا يستطيع ان يتوقع متى سيرر مطر، ولا كمية ماء التي سيجلها

تدل لقوانين الاحصائية عاده على أنها لا تعرف المظومه موضوع الدرس إلا شكل ناقص وأشهر مثال على ذلك هو لعبة البرد فيما ان سطوح لعبة البرد مماثلة لا بغير أي منها عن اسقي، رمي أب لا يستطيع، بأي وجه من لوجه، التنبؤ باستطع اندي سيقط

عليه المكعب الصغير، فيمكن أن نقرر أن الدورة السادسة من دورات اللعب ستكون من عدد كبير من محاولات، هي وحدها التي ستظهر فيها سطح الذي عليه خمس نقاط

أخذت حرب، مدد يدية العصر الحديث، محاولات ترمي في تفسير حركته بلذته، من الساحل لكتيبيه وانكسبه من، موسعة السلوك الاحصائي بدراستها وهكذا دوي روبير بويل<sup>٣</sup> يفكره مؤدها أنه من ممكن فهم العلاقات التي تقوم بين حجم الغاز ودرجة ضغطه بمجرد ما نقرر هذا الضغط يكون ناتج من الضغط م ضرب ذلك انحر بحواص لانه الذي تحتويه، ونظره مماثلة، فسرت خواصه لدينامية الحرارة Thermodynamique تكون الدورات تحرك حركته أشد وأقوى عند تعرض للضغط وهذا ما أسهم فعلاً في إعطاه هذه ملاحظه طابعاً كمياً رصداً، وبالتالي استصاعوا جعلاً قوانين علم الحرارة مفهومه

لقد اتخذ اسمعان الفيزيائي الاحصائي شكله النهائي التام في النصف الثاني من القرن الماضي بواسطة بيكسك اني أطلق عليها اسم ميكانيك الاحصائي، ميكانيكا التي تشعب قوسها الأساسية من نظرية بولتزمان، ولي تعالج منظومات الميكانيكية المعقدة التي تكون معروفة، ناهية وندرس النتائج المترتبة عن هذا النقص ولم يكن هذا يعني قط سحبي عن مبدأ الحتمية محض، بل بالعكس من ذلك كان ينظر إلى الحوادث الطبيعية معروفة كحوادث فعل تحديد الحتمي بموجب ميكانيك بولتزمان، ولكن مع بقول أن الخصائص ميكانيكية للمنظومة التي نضم تلك الحوادث غير معروفة سببها ولقد نجح حسن وبولتزمان في التعبير، موضوع، وبواسطة عدد رياضي عن هذا النوع من المعرفة غير التامة وقد أوضح حسن بكيفية خاصة كيف أن مفهوم درجة الحرارة مرتبط فعلاً بمعرفة ناقصة ذلك لأن معرفة درجة حرارة منظومة ما معناه أن هذه المنظومة بشكل جزء من مجموعة من المنظومات متكافئة Systemes equivalents، مجموعته يمكن التعبير عنها باصياً بحد، شيء الذي لا يمكن فعله بالنسبة إلى المنظومة المعروفة موضوع الدرس بعد هذا حسن ماكتشفه هذا، دون أن يعني ذلك تمام الوعي، خطوات كبيرة كانت قد سبغ مهمة للعلماء فقد كان حيس أو من انكر مفهوم فيزيائي لا يمكن أن يطبق على موضوع من موضوعات الطبيعة إلا إذا كانت معرفتنا به غير تامة من ذلك مثلاً أن الحديث عن درجة حرارة انحرار يصبح غير ذي معنى إذا كنا نعرف حركته وموقع جميع جزيئاته إن مفهوم درجة الحرارة لا يمكن استعماله إلا إذا كانت معرفتنا بالمنظومة المدروسة غير تامة، وكما سرع في سحلاص النتائج لاحصائه المترتبة على هذه المعرفة الناقصة

(٣) روبير بويل Robert Boyk فيزيائي وكيميائي كندي من يولاند، ولد عام ١٦٢٧، وتوفي عام

٦٩ (الترجم)

(٤) بولتزمان Boltzmann، فيزيائي نمساوي (١٨٤٤ - ١٩٠١)، صاحب أبحاث عديدة في المعادلات

والحالات الدينامية الحرارية، ألف حيس Gibbs مع باهي وفيزيائي أمريكي (١٨٣٩ - ١٩٠٣) مشهور مساهمته في الدينامية الحرارية (الترجم)



عدم سبل و. ب. في التعبير عن هذه نظائره بعبارة أخرى، يعني بذلك مفهوم نظري الكمي، وهو يقصد بذلك ب. مختلف الصور أو صيغ التي تعبر بواسطتها عن مستويات أسدرية يعني بعضها بعضاً على الرغم من أنها تعبر فعلاً عن معطيات بعض التجارب وهكذا، فمن الممكن مثلاً، النظر في ذرة بور بوصفها منظومة فنيكية صغيرة في وسطها بوه، وحول هذه بواة بدور الكروونات، هذا في حين أن جارب أخرى تدل على أنه ربما كان من الأفضل اعتبار أسواء محاطة بمنظومة من الأمواج لتساكنه تتحكم توتيرها في شعاع بدره أصف إلى ذلك أنه من الممكن النظر إلى الذرة كموضوع متكامل، وفي هذه الحالة يمكن صط رد فعلها حراري عندما تكون متحدة مع دراب أخرى، ولكن دون أن يكون في الامكان معرفة حركة الكروونات بشكل برامي (في ب. و. ح. و. انبجحه هي أن مختلف هذا الصور التي نمثل بها للذرة صور صحيحة، ولكن شريطة استعمالها استعمالاً صحيحاً ومع ذلك فهي صور ناقصة بعضها بعضاً وبالتالي فهو عيب بها متكامله إن عدم التحديد الذي تعبر به كل واحدة من هذه الصور، نقصه علاقات التلاحد وهي كافية لتجنب ما قد يكون هناك من نقص مطفي بينها ودون لدحول في الأساس الرئاسية الخاصة بنظرية الكوانتا يمكن القول إن هذه الابصاحات التي أدلينا بها تكفي خبنا فهم كيف أن معرفتنا لناقصة بالمنظومة الذرية يجب أن تمثل جزءاً أساسياً في كل عبارة من العبارات الرئاسية التي يفصح بها عن نظرية الكوانتا. إن قوانين نظرية الكوانتا يجب أن تكون من طبعه حصائية وهذا مثال على ذلك. إننا نعرف أن ذرة الراديوم يمكن أن تصدر أشعة ألفا ( $\alpha$ )، وبإمكان نظرية الكوانتا أن تبين، في كل وحدة زمنية، درجة احتمال معادله الحسيم ألفا ( $\alpha$ ) بواة تلك الذرة، ولكن لا تستطيع أن تتوقع، بدقة، اللحظة التي سيم فيها هذا الحادث الذي هو ببداً حادث غير يمكن تحديده وصطه وأكثر من هذا لا يمكن لهون إنه سكتشف فوبين جديده في المستن تمكناً جديداً من تحديد تلك اللحظة بدقة لأنه إذا أمكن ذلك، فس يكون في مستطاع فهم السبب الذي يجعل سيم في النظر إلى الحسيم ألفا بوصفه موجه تعادر البوء، هذا في حين أن التجربة تؤكد أنه كدلت فعلاً إن ناقص مختلف التجارب التي تؤكد الطبيعة الموجية ليماده أسدرية بنفس أسدرية التي تؤكد بها طبيعتها الحسيمية، تعرض عتب صباعه قوانين حصائية

ولا يلعب هذا العصر الاحصائي الذي بلارم لعبرياء الذرية أي دور، في العالب، عندما يتعلق الأمر بالحوادث التي تقع على مستوى الشري ذلك لأن احتمالية القواسم لاصصائية حد مرتفعة، في هذا الميدان، إلى درجة يمكنها معها اعسار تلك الحوادث كحوادث معددة فعلاً صحيح أن هناك نوعاً حالات تتوقف فيها الحوادث التي تقع في مستوى الأشياء الكبرة، على سبوك ذرة أو ذرات مادية، الشيء الذي يجعلها لا يستطيع توقع هذه الحوادث إلا بكيفية حصائية وأرد أن أسبرهن على هذا بحثاً معروف وسألت إلى هذا بشأن على الرغم من أنه لا يشتر لارتياج، إنه لقبلة الذرية فعدم يعلى الأمر بصله عادية يكون في الامكان القيام مسبقاً بتحديد قوة الانعراج بباء على وزن المادة المتصحرة وتركيبها الكيمائي أن عدم يتعلق الأمر بالقسمة الذرية ككل ما يمكن فعله هو تحديد حد أقصى وحد أدنى لقوة

الأنسجار، ومن المستحيل ميدانياً تحديد هذه القوة مسبقاً تحديداً دقيقاً، لأب توقعف عن سنوات عدد قليل من اندراب خلال عمليه التمجير. ومن المحتمل أن تكون هناك حوادث مماثلة في ميدان البيولوجيا. وقد اشار إليها السيد جوردان<sup>(٦)</sup> بكعبه خاصه - وينتقل الأمر بطواهر عن المستوى بشري تتحكم فيها حوادث تعلق اندراب معرولة. ويظهر أن هذا هو ما نحصل فعلاً عن تبادل "حيات" Les gènes خلال عمليه لوراثة. بعد اجراء هذين المثالين لوصح الناتج لتطبيقية لتطبيع الاحصائي بطوبه لكوانتا بعد تحدد الاتجاه، لدي يسر فيه نحو هذه لظهوره وبقدمها من أكثر من عشرين سنة ومن غير الممكن القول إن المسئل سيشهد تعبر أساسياً في هذا المجال.

---

(٦) جوردان Jourdan، عالم باصبي فرنسي ١٨٣٨ - ١٩٢٢ (مترجم).  
 (٧) الخلية Gène، وحده محدد تقع في الكروموسومات، والتي يرجع نحو خصائص النوعية بنسرد والكروموسومات Chromosomes هي وحسام ذات شكل محدد وعدد ثابت (٢٤ بمرجل) يوجد في نواه الخلية ويمكن مساعدتها عند انقسام الخلية (المترجم).

## ٥ - الاحتمية والنزعة الذاتية<sup>(١)</sup>

### ديتوش

من القضايا الاستيعابية التي أثارها الفيزياء الكونية قضية الذاتية و الموضوعية في معرفة العلم، على الأقل في ما يتعلق بالعلم البشري في عصر (إن عدم قابلية حساب الآلية لتحديد الدقيق كم كلف عن ديث علاقات الارباب هيرسبرغ، يرجع السب فيه إلى مدخل الآلات القياس تدخل يجعل من الصعب الفصل في نتائج القياس بين ما يعود إلى موضوع الملاحظة وما يرجع إلى عملية القياس وأدواته. هذا معطى من معطيات البحث العلمي في مرحلة معينة من تطوره وبالتالي فلا يمكن إحصائه. عدم أن مدرسه كونه من ديوش من ماضيين هذا، ذهب في تأويله معطى انعمي مذهب نصيا بعد مسح من ذلك - كم أينا في النص تدي إوردناه هيرسبرغ - بالاحتمية واقعه اسميه في الظاهر الكونية، لا يمكن نفاها، لا يخاصر ولا في يستقر. والقوم باللاحتمية الأساسية هذه يسبح بالضرورة نزعة ذاتية مفرقة نفس السب، في اعتبار تدخل اندام والآلات بقياس شيب لا يمكن تنحيز منه وعدم ما عدا ديوش أن «يرهن» حيله ب هذا النص

وإن انصروا التذكراتية هي في قادت إلى تلك الحيله التي عرفها لعلم الكلاسيكي. وعندما ظهر أن تعميمها يؤدي إلى ناقص وأن التمسك بالصدوم بالروح لوضع يجمع من استعمال عناصر تنظير، لكي تكون محددة بالفعل، لقيام بعنصر لا يمكن معارضا، كان لا بد من فحص الامكانات الحديثة لتعقده بالقياسات بعينه وحده دقيق، والافصح بالنسبة منه ليس في الامكان قياس «حاله» مسطوره ما بمعنى تدي فهم به قياس في الفيزياء الكلاسيكية، شيء تدي يعني أنه لا يمكن محوس «علاقات الارباب» محويلا عكس (= جعل سب مبحه، واستحاله سب)، ومن ثمة نستنتج وجود لاحتمية أساسية، ولكن دور ل يعني ذلك انهاء الحتمية حقه

هناك تراهين و استدالات صعب معارضا وفيه، قصه التمسك بالاحتمية خلقه والاحتمية لأسمائية، يؤكد على أن ميكانيك سوجه نظريه لاحتمية أساسية، وأن أنه نظريه

(١) Jean Louis Destouches, «Déterminisme et indéterminisme en physique moderne» ( )  
dans *Problème de philosophie des sciences* (Bruxelles: Herman, 1947), pp. 39-42

قد نشد في المستقبل، لتعطيه ميدان أكثر اتساعاً من ميدان ميكانيك الموجة، ستكون هي لأخرى نظرية موحدة تقول بالاحتمال أساسيه (مبدأ التحليل لطبيعي)

وإذاً يمكننا أن نساءل ما هي الخاصية التي تجمعها للاحتتمية الأساسية، وما أصل هذه للاحتتمية؟ لنحسب عن هذا السؤال يمكن أن نتصور نظرية فيزيائية هدفها صمد التوقعات لي تسفر عنها نتائج قياس لاحق، انطلاقاً من نتائج قياس سابق ومن نقطة البدء هذه، يمكن تشييد نظرية منطق عليها، النظرية العامة للتوقعات ويرتبط عن هذه النظرية، بكيفية خاصة، أنه لا يمكن أن يوجد - قانون - سوى نوعين من النظريات الفيزيائية

١ - النظريات الموضوعية<sup>٢</sup> التي ترى أن نتائج القياس هي خصائص ذاتية لمعطومات التي تلاحظها، وأن جميع المبادئ التي تحكم هذه المنظومة - نقل، قانون، القياس المترافق مثل هذه النظريات تعتمد الحتمية ويتمسك بها، ويرى أن منظومات التي تراقبها تمتلك حتمية ذاتية يمكن وصفها (= تحديداتها) بكيفية موضوعية وذلك باستخلص من تأثير الملاحظين وعمليات الملاحظة

٢ - النظريات الذاتية التي ترى أن نتائج التجربة لا يمكن سطر عليها نتائج دينية لمعطومات التي تراقبها، وأنه يوجد قانون على الأقل، مقداراً انشائي لا يصلح لقياس التزامي. هذه النظريات لاحتمية أساساً، تقول بالطبيعة موضوعية للمنظومة، أي صلاحية مبدأ التحليل الطبيعي. إن النظريات لذاتية ترم عنها النسخة التالية، وهي أن المعطومات التي تلاحظها لا يمكن أن تكون ما حاله ذاتية ولا أن يكون لها مقدار يحدد حاله. ذلك لأن يرى أنه لا يمكن، بأي وجه من الوجوه، إنعاش دور الملاحظين ولا تأثير معطيات القياس وبالتالي لا يمكن الحديث عن صورة موضوعية للعالم، ولا عن عدم حرجي معصوم عن نشاطه الذي يقوم به الملاحظون

فيما بين أن نظرية ذاتية ما يوفي بالملف، أي تتوفر على ما يكفي من صلاحية والصدق، فإن النظرية التي مشد في المسكن والتي سيكون مجال صلاحيتها أوسع (وواسع) سمعوا النظرية الأولى، ستكون متضعة بنفس الخصائص الذاتية. هذا من جهة ومن جهة أخرى فإن النظرية الموحدة بنظريات المتناقضة تتصرف في نفسها بخصائص ذاتية، يمكن نصفها بالنظريات التي تم توحيدها وهكذا، فإن عدم نظريات فيزيائية يعمل، لا على تزايد واتساع الخصائص الذاتية، وينتج من هذا بالخصوص، أن الرجوع إلى الحتمية يبدو مستحيلاً تماماً

يمكن، إذن، أن نسمي الناحية النظرية ما نتج من طائفتها لذاتية (ويعمل هنا كلمة «ذاتية» بمعنى الذي شرحناه أعلاه) ولكن بدوياً بغيره للاحتتمية الأساسية،

٢) نرحم هذا كمنه Objective موضوعية، منه إلى اللغة موضوعية، وكلمة Subjective ذاتية  
- الموضوعية - منه إلى اللغة موضوعية، وكلمة Subjective ذاتية



واللاحقة الأساسية بسلرم الداتوية، مثل أن الموضوعية بسلرم الختمية، واختصه بسلرم الموضوعية

وإذ كان من الواجب لظن إن اللاحقية الأساسية بقي يقوم عليها لظنرات  
«كونتية كتيحة بظنرات بذاوي ادي بصف به هذه لظنرات وهدا ما سمح بدهه  
عليه لظنرات العامة للوهدة - فإن بفسر هدا اللاحقية بظنرات مسة بفسر صل هذه  
بداوية ويطهر أن هدا شيء ممكن ذلك لأنه ما كان بظواهر لدرية لدرية بضعفي على  
لحوس، فإن احراء التجارب في المساء ابيكروسكوبي بظنرات آلات للقياس تمكنت من  
المصوب على مظهر للظاهرة الدرية الفردية بدروسه، في الظاهر القابله للملاحظة مباشرة،  
على مستوى لعالم الماكروسكوبي

وهكذا يتضح أنه لا ماض من بدخل آلات القياس، بكمية أساسية لا يمكن  
المخلص منها، في بظنرات لدرية موضوع ملاحظة ولا استحالة علمت معرفة أي شيء  
عها وأن أفصدها بفسره «بكمية أساسية لا يمكن المخلص منها» أنه لا يمكن أن بفسر،  
كي تعمل الظنرات الكلاسيكية، أن سائح القياس هي فعلا خصائص فانية للظنرات  
المدرسة، ولا أن بفسر أن هذه الخصائص هدا، في دها، هذه القيمه أو تمك، وبالتالي لا  
يمكن إبعده أو إهمال سائح القياس إن هذا يعني أنه لا وجود لمصدر خاص يحدد حاله  
المصوبه، وأن الأمر يتعلق بظنرات داتوية ذلك ما بفسر أصل ومشا دوية الظنرات  
الكوانية

وبفسره أخرى، يمكن أن يعرف للظاهرة الفيرائية الماكروسكوبية بكونها ظاهرة يمكن  
(من الساحة البديهية على الأقل أن ملاحظتها مباشرة بواسطة أعصابنا الحسية، دون اللجوء  
إلى استعمال آلة للقياس أنه ماكروسكوبي ما يمكن إدراكه بالحوس

وفي مقابل ذلك يمكن أن يعرف الظاهرة الفيرائية ليكروسكوبية بكونها ظاهرة لا يمكن  
(حتى من الساحة البديهية) أن ملاحظتها مباشرة بواسطة أعصابنا الحسية وبنظنرات الفيرائية  
سكون ليكروسكوبية إذا كنا لا نستطيع الحصول على أنه معرفة هدا إلا بواسطة قياس بسلرم  
ضرورة استعمال آلة ماكروسكوبية لا يمكن الاستعانة عنها، من الساحة البديهية

ولي يكون هذين التعريفين أي معنى إلا إذا فهدا بفرصيه معيه حول مكانيات  
ملاحظة بظنرات الفيرائية ولتعريفات السامان بصحاح دقيقين إذ «سعملك فصبه  
معيه، مثل «ميد» لعابيه للملاحظة التي هدا به مادام ديش - فيري

وتدريت، بحكم تعريفها نفسه، بضعفي على الإدراك الحسي، وقد نجدها الناس  
لبروا بها مظهر حيه فنيكي تدخل بفسر في الفيريه، بكمية فعليه، تحت أن  
تدخل، شكل من الأشكال، في الساحة، وأن بفسر لفسره على ذات وجودها بوضوح  
وبفسر يعرف أن هدا قد تم تحصيله من طرف الفيريين، في بفسر هدا لفسر هدا أصحاب  
بظنرات لدرية موجودة، ولكن هذه البظنرات لا يمكن أن «كها بالحوس (من الساحة

نمائيته)، بل فقط بـ سطره آلات لا يمكن الاستعانة بها. ومن نتائج النظرية العامة  
بلوغيات، يتم أن يكون كل نظرية درية نظرية دتوية (بسبب عدم امكانه الاستعانة عن  
آلات القياس) وبالنسبة نظرية لاجمية

وهكذا رى، في هذه الأمور، ان الخاصية الأساسية التي تنصفها بدرت، والتي  
تجعلها غير دتية الإدراك بوسيطه خووس، وفاته بملاحظته غير مباشرة بوسيطه لقياس،  
هي التي تجعل كل نظرية درية كنسي طبعاً دتوية، وبالتالي نظرية لاجمية أساساً. ومن هنا  
يتضح إدراكه انه باستعمال لنظرية العامة بلوغيات، وباستحضار الخاصية الأساسية المذكورة  
للدرة، يتمكن من التعرف حقاً على أصل للاحمية لكوانيه وبأدى إلى تفسيره

## ٦ - مشاكل الحتمية في الفيزياء الكوانتية<sup>(١)</sup>

### لوي دوبروي

بحالغ هذا النص مشكل الحتمية في الفيزياء الدرية، هذا الشكل الذي تشاركه علامه لا سار سي كشف عنها هيردمرغ وعلاوه على كتابه خصه بالوصحة التي تضمنها نص، في هذا الموضوع هذا لوي دوبروي بين بوضوح كيف ان امتناع التوقع تدفيع في الفيزياء يكونه لا يعني انهاء الحتمية الحتمية في نصه قائمه، سواء على مستوى الدري أو على مستوى ميكروميكروني. وقد كان يبدى شكه نحو محاسن الوضوح في استعماله من توقع تدفيع في ميدان ميكروميكروني. فإنه قد عذب به في ما بعد، كما اسرنا من ذلك في آخر النص. هذا وندرسه الفرسية عموم، ولوي دوبروي جزء قطعي، نعرفه البرعة الوضعية التي تدفع عنها مدرسة كوبنهاغن. إذ قد سمع بفرسية نمدد بالتعبد بفعلاي الديكارتي. وهو جعل ذلك بدين الوضعية الحديثة في فرنسا ي نايد يديكر.

ولا تطرح مشكله الحتمية على العلم الفيزيائي نفس الشكل الذي نصح به سدي الهندسوف. فليس على حل الفيزياء أن يعالج هذه المشكله في مظهرها بينا فيزيائي بعام، وإنما عليه أن يبحث هـ عن تعريف دقيق في اضا حوادث التي مدوسها. ولك كان الأمر كذلك فإن هذا التعريف الدقيق لا يمكن أن يستند في ما يرى، لأن على امكانه لتوقع انحصار لمظواهر التي مسحدث وهذا يعني أن الفيزيائي يقو بالحتمية عديم تمكنه معرفته بعدد من المظاهر التي يلاحظها في لحظة التراهة أو سبق أن لاحظها في فترة زمنية سابقة، مصدرة إلى معرفته بعضه من الظواهر، من أن يتوقع تدفع حدوث هذه ظواهره أو تلك، من المظاهر بقائه بملاحظته في وقت واحد. وسدو أن تعريف حتمية هذا الشكل، وهو التعريف القائم على امكانه لتوقع التدفيع بالمظواهر، هو وحده التعريف الذي يمكن أن يقبده الفيزيائي لأنه وحده التعريف المقابل للمحقق والاحياد. ومع ذلك يجب أن لا ننسى رؤيتنا في ارمال مسكت عن الصعوبات التي يشهها تعريف الحتمية الفيزيائية هذا الشكل هناك أولاً وقبل كل شيء، ذلك لسداحل الكمي لعدم من ظواهر الطبيعة وحركه أصغر

Louis de Br-gue. *Continu et discontinu en physique moderne*. Paris. A bin Michel, ( 34٧). pp. 50-64

بذلك يمكن أن يثير بحركته أبعاد السحوم والكوكب، كما يجعل موقع لدفعه فعلاً، حدوث طهره ما في مستقبل خطب مدته لمعرفة مكانه بالحالة برهنة بعالم، شيء الذي يجعل مثل هذه التوقع غير ممكن. هذا الأمر يعنى هذا، في الدرجة الأولى، ساعد من نصري لأن موقع حدوث طهره في المستقبل يمكن التيقن به عميق بالأسناد في عدد محدود من معطيات الخاصة بالحالة الراية

ولاعراض الأهم، هو ذلك الذي يسند إلى كون ملاحظات وفسات هي ذات طابع تفريسي ضروريه. فمعطيات التي تمسها ملاحظة والقياس معرضه دوم ملاحظة التجريبيه، ومن ثمة فإن التوقعات التي يمكن أن يقوم بها، انطلاقاً من هذه المعطيات الناقصة، سيكون هي الأخرى معرضة لشيء من عدم الدقة، كما يجعل التحقق من صديقه توقع سديق بطواهر، وبالنسبة الحتمية، كما عرفناها أعلاه، من نصري دوم. ومع ذلك، فإن هذا لاغير من الحدث لا يدعو أنه قد نجد فعلاً شكل الاعتراضات التي لا يمكن تتعب عنها، لأنه من الممكن أن نتحسن ملاحظتنا وتدق فساتنا، بما نتهدب منهج بحث وما يتقرب طرق التجريبيه. فبدل ذلك نحصل دوم على توقعات برداد دقة تازداد الحس في ملاحظتنا، أمكننا أن نعتبر احتميه كواتمه ميل إلى الجمع بكم

لم يكن هناك في الفيزياء الكلاسيكية ما يكذب الفكرة المثلثة بإمكانية توقع انطواهر قبله توقع أكثر كمالاً، كإني كانت طرقاً في الملاحظة والقياس أكثر دقة. وبعد المعنى كانت حتمية الفيزيائية أمراً مبنية به، قبل تقدم معرفتنا في ميدان الطواهر الكونية. غير أنه عندما بدأ الفيزيائيون يسعون في سلم التقدير الصغره وصحوة بدروسون طواهر لعدم الدري حيث نحشف الكون ما عن وجودها ومارس تأثيرها، لاحظوا أن ذلك اميل نحو التحقق لكامل لتقبله لتوقع الدقيق لا يمكن التيقن به إلى بلاهيه بواسطة طهر دقة معطيات الملاحظة والقياس. والتوقع أنه عندما نزيد القياس، في الميدان الدري، سمحنا مبريد بحاله المره التي توجد عليها الأشياء، قصد الحصول على معرفة دقيقة بالطواهر اللاحقه، فبدل نستخدم ناسخاله امكانيه التمهيد سديق لجميع المعطيات الضرورية في ان واحد. وذلك، كما هو معروف، إحدى لنتائج الأساسية التي أسفرت عنها علاقات لارنبا التي صاغها هايزنبرغ. ذلك، لأنه بمجرد ما نوجه ملاحظتنا وفساتنا بالشكل الذي يمكننا من فحص بعض المعطيات بمقدار ما نناقض دقة معرفتنا بمعطيات ضرورية أخرى، وب سحيلات الدقيقه والعميقة التي قسم بها كل من نور وهايزنبرغ قد أكد هذا المصطلح، فلو صحت بخلاف أن هذه الواقعة الخديله التي يمكن متطوره من طرف الفيزيائيين الذين شعروا بالأفكار الكلاسيكية، هي سيدة ضرورية لوجود كونهم لعمل دنه. وفي أن كونهم لعمل هو انهم عمدت إحدى الخصائص الأساسية جداً في نصرياء، فلا يمكن للشك في أن علاقات لارنبا التي صاغها هايزنبرغ تكتسي هي لأخرى أهمية أساسيه في هذا المجال. بسبب هذه العلاقات أصبح اميل نحو التقبله لتوقع الكامل، الميل الذي يمكننا في الفيزياء التقدميه من تأكيد حتمية الطواهر كواقعة تنح نحو التحقق، شيئاً لا يمكن التيقن به إلى بلاهيه، إذ لا بد أن يوقف السر عندما يصل إلى مستوى العالم الدري، أي المستوى الذي

يصحح فيه كوسوم لعمل ممارس تأثيره، وعبر قابل للإيمان

سفل لأر كلمة عن العلاقة بين مفهوم الحمية ومفهوم سسيه، وهي علاقه لا تكسي  
دوماً ما يكفي من ابوصوح ولتقة، وهي توقف، إلى حد كبير، عن نوع التعريف سدي  
حرف نه كلا منهي وهكذا فمفهوم الكتب يصور مفهوم السبيبة أصل من مفهوم الحمية  
ويقويون، بعدً لحدث، إن الحتمية ما ترب قائمه في تعريف الكوسبيه أما السبيبة فلا ونحن  
سري، بالعكس من ذلك، أن أقرب الآراء إلى طبيعة الأمور، هو القول به م بعد هناك  
حتمية في التعريف الكوسبيه نابعي لدي حثدنه الحتميه من قبل، ام السبيبه وهي م ترال  
قائمة فيها، مع إعتدء مفهوم السبيبه معي أوسع قليلاً كي سوضح ديث في م دي

لحبر بظاهرة «أ» التي نشهها دوماً إحدى الظواهر لآته ب 1، ب 2، ب 3. فإد كان  
من متمتع، بالإضافة إلى ذلك، حدوث أي من لظواهر ب 1، ب 2، ب 3. عصف  
تجمع حدوث بظاهرة «أ» أمكن القول، مع الاحد تعريف واسع سسيه، إن بظاهرة «أ»  
هي سب لظواهر ب 1، ب 2، ب 3. إن هذ التعريف يحم تمام مع القول  
بأن «أ» لا سبحه بدون سب» ويسمح بانقول بوجود نقطة سبيبه بين بظاهرة «أ» والظواهر  
ب 1، ب 2، ب 3. ولكن لن تكون هناك حتميه، بأنعي سدي حثدنا به هذه انكلمه  
من قبل، إذا كنا لا نستطيع قط توقع أي من الظواهر ب 1، ب 2، ب 3 متحدث عندما  
تحدث الظاهرة «أ» لن تكون هناك حتميه إلا في لحاله خصوصه أنتي تحدث فيها بظاهرة  
«ب» واحده بعينها وعليه، يبدو من بوضح أن هناك في التعريف الكوسبيه سبيبه من هذ  
نوع حاله من حتميه، سبيبه لا تظهر فيها قابليه التوقع السدي إلا في حالات استثنائه،  
بث حالات أنتي بطلو عليها مطرو الميكانيك السديده، امم «الحالات الخاصه»

(١٠٠)

هن ميسمح لنا تقدم انعم يوماً سمكانيه لتوسع سام بظواهر الأولية السديده، أي  
بإثراء حتميه لغيرياتيه الصوره (في الميدان السدي) ليس من امكن، بطبيعه الحد،  
لإحاده يصر عن سؤا من هذ النوع. ولكن يمكن، مع ذلك، أن سدي بعض الأفكار في  
الموضوع سداً أولاً بالإشارة إلى أن الأمر يعنى هب سمكانيه اهاده حتميه بعاليه لتوسع  
لدينا للظواهر لأولييه. ولواقع أنه من سمكن دوماً افتراض وجود حتميه أساسيه في  
الظواهر السديده، حتميه تظل محبوه عا بوجودها خارج حدود علم وطاقت السديه  
وي هذه حالة سكون امام فرصه سبفيريه، أمام عقا عيني واحتميه سدا لمعي من  
يكون بلك أنتي نحن لسفيرياتي رجه، في م بدو ب، معانها، وأنتي عرفها قبل مقاسه  
النوع سديق. إن المسأله بطروحه هي معرفه ما إذا كانت النظرية السفيرياتيه سستطيع، عصف  
نوع في سستسل على المعلومات التي سستقدها يوم، ورعاً اصب على تعميم أنتي م يصع  
بعد، اخصوب على المواعد التي تمكن من توسع سديق للظواهر هي سسوى لسدي إن  
تدخل كوسوم لعمس في طواهر سفيريه ميكروسكوبيه تقدم ل، في ما سستس، بعض  
الانصا حث جوب هذ الموضوع. إن مفهوم كوسوم العمل ذاته سسترم، في الواقع، قنام نوع

من لربطه بين اطار مكان والزمان وبين الظواهر لدينامية التي يحوي موضوعها فيه، رابطة  
م يكن موضوع شت في تعريف الكلاسيكية

فقد أمكن نظريته مقبله أن تسمح له بأسطر موضوع أكثر إلى مسائل يكونه في  
ذلك لا يمكن أن يحصل، وهذا لا شت فيه، لأن عدد عدد أشكال أساسي أفكار حول المكان  
والزمان (كما في ذلك التصورات التي جاء بها نظرية النسبية) ولكن إذا أمكن إنجاز هذه  
لمهمة الصعبة فهل سيسمح بالعودة فعلا إلى قابلية سرقع التنبؤ لظواهر ميكرو فيزياء؟ لا  
يبدو أن هذا أمر عملي، لأن وصف الملاحظات ونتائج لتجربة سيتم بواسطة معنى  
العدادي للكلمة زمان ومكان ويبدو أنه من الصعب جداً أن يكون الأمر على خلاف ذلك  
فلنوصف إلى توقع نظواهر لقائه للملاحظة، وهذا هو هدف النظرية لغيره، لا بد هذه  
نظرية نفسها من أن تعود، في خطه ما إلى إطار الزمان والمكان تشكله معروف ويبدو أنه  
من المحتمل جداً أن يظهر في ذات اللحظة الارتباط الميكروية المرتبطة بوجود كوانتوم  
يعمل، وبالتالي فإن التوقعات يمكنه أن يكون دقيقة جداً

وبخلاصة، أنه من الآثار المتكبر في أن الفيزياء يمكن يوماً من انعتور على احتميه  
لديه في المستوى ميكرو سكوبي، حيث الختمة بي سحبه دراسة العلم الماكرو سكوبي،  
ولكن بالنظر إلى حاله الراية نعلمه، فإن يقدم من هذا النوع يبدو لي شحبه احتمالاً  
صعباً جداً<sup>٢٢</sup>

---

(٢) كان هذا هو رأي بولي بوريوي سنة ١٩٤١. إنه التي كتب خلالها مقالته التي ترجم معظم فقرها  
في هذا النص ولكنه عاد فيما بعد إلى رأي القائل بإمكانية قيام عملية في الفيزياء الذرية وهو رأي  
ناب كالم ينادي به في بدء عمله العلمي. فقد بدأ بولي بوريوي كأحد انصار الخمسة الكلاسيكية، ثم عدل  
به متأثر من مدرسة كوبنهاغن ولكنه عاد في آخر حياته إلى الفيزياء الاحتمالية من جديد. انظر

Louis de Broglie *La Physique quantique restera-t-elle indéterministe?* (Paris: Gauthier Villars  
١٩٦١)

## ٧ - تطور مفهوم الحتمية<sup>١</sup>

### كالينا مار

يعالج هذا النص وهو البحث الذي شارك به صاحبه (وهو من وماني) في مؤتمر الدولي الثاني علم تاريخ العلوم المعقد في باريس خلال شهر آب - أغسطس من عام ١٩٦٨، يعالج تطور مفهوم الحتمية منذ لافلاس إلى يومنا هذا مع التركيز على النظرة الكوسمولوجية وعلاقاتها بالبيانات وهكذا فعلاوة على أن هذا النص يشكل حدى وجهات النظر المعاصرة في موضوع الحتمية (وجهة نظر ماركسية)، فإنه من التركيز والخصوبة بالشكل الذي يجمعه صاحب بخور كمحاولة تركيبة بمصايفات التي تعرف عنيها في الخصوص المسألة حول مسكن الحتمية في الفيزياء المعاصرة

إذا تطور إلى الحتمية بوصفها نظرية للحالات المصنوعة والآليات التي تحدّد وتولد مثل هذه الحالات، فإنّ تحديد تطرح، من وجهة نظر الفلسفية، لتفكير حول العلاقة بين هذه مقولات العلاقة بين سببية ومصيرية، بين القوانين الطبيعية والقوانين الاحصائية، بين ما هو ممكن وما هو فعلي، ومنطوق التي سنكتفي بمفهوم الحتمية في تطوره هي نفس الطريق التي ستكون خلافاً لفهم الحتمية بتركيب هذه العلاقات وتلك بصفات

١ - يبدو أن الفصل، خلال القرن العشرين، بين ما هو أساسي وما هو غير أساسي، قد أتى إلى يومنا هذا في رأي كثير الحتمية الكلاسيكية كمنصوره لافلاس، وكان لافلاس قد تناول الحتمية على مستوى الأنطولوجي والمسيوي معاً في

فمن ناحية الأنطولوجية، تقوم حتمية لافلاس على أساس

٢ - وجود «الحالات» وجود موضوعي محدد بحدده

٣ - لا انتفاء من حاله إلى أخرى انتفاء ضروري لروم، الشيء الذي يعني أن

---

Caena Mare «Quelques aspects de l'évolution du concept de déterminisme dans la physique» papier présenté à XII<sup>e</sup> Congrès International d'histoire des sciences (Paris - Librairie scientifique et technique - A. P. Blanchard - 1970)

توقعي يحمل نكبه محل الممكن وفاداً مع المدعى الفائل إن كان ما هو ممكن يصح واقعياً  
صروره

ج - وجود أساس تعرضي ذلك لا يتقال بنفس ضرورة وانزوم

ولا شك في أن تمييز بين هذه الجوانب يساعد على بيان الفرق بين القوانين الخاصة،  
وقوانين النصوص، ويمكن من التمييز في قوانين النصوص هذه، بين القوانين التي تخص نتائج  
مخالاب، والقوانين التي تخص، في نفس الوقت، خطة تحديد نسبي هذا النوع، وهكذا  
نضاف إلى قوانين النصوص ما يلي: تكشف ملاحظته، فكرة القوة هي هي مثله لنوع  
نسبه التي نفس الانشغال من حالة إلى أخرى

وأما من الناحية المعرفية - الأسلوبية - فإن خصية الانشغال مفهوم على التمييز بين  
ثلاثة مفاهيم في المعرفة

أ - تحديد المخالاب

ب - تحديد الانشغال من حالة إلى أخرى

ج - الكشف عن الأساس الذي نسب في هذا الانشغال

ب هذا الموضح ضروري لأن مختلف أنواع لفرض لطيفي نسبه كما تخرج، إما  
إلى مفاهيم بين مستوى الوجود ومستوى معرفته، وهنا نفس العجز عن الكشف عن بعض  
نحوالات وكذا عن من حركته بتحديد، يعني لوجود الموضوعي بتحديد، وإما بتحديد  
بين الختمية والنسبية على مفهوم من جهة، وبين خصية الانشغال، والكمية التي فهم بها هذا  
لأحرار العلاقة النسبية، من جهة أخرى

٢ - ولكي نمكن من فهم العلاقة بين نسبه والضرورة، بين ما هو ديمامي وما هو  
احصائي، بين ما هو ممكن وما هو واقعي، فهنا أكثر دفعه، مجرد الإشارة إلى أنه لا نظرية  
الدينامية الحرة، ولا نظرية النسبية، محذوران، في العمق، مفهوم لدي أعطاه لانس  
معصية، الشيء الذي هو لدى الفيرباليين اعتقادهم بأن تطبيق الخصية بالانسانية هذه  
يكسب طابع الكمية ونشمو

لقد خاب أوبن الفطريات في الدينامية الحرة إلى عطية نفس ذاتي لنظوره  
لاحصائيه، وذلك لأنها كانت وفعة تحت تأثير الاعتقاد في صلاحية الخصية الكلاسيكية  
صلاحية كمية، والاتجاه المعطى الموضوعي نفس القوانين الدينامية وما نظرية نسبية

٣ - يعود هذا الأمر إلى المعنى الاصطلاحي لخصية وحده، وحده، ومفهومه ما هي عبارة عن القيم التي  
تحدد موقعها وكمية حركتها (= برعها) - المقصود بقوانين حالة القوانين التركيبية، قوانين منظومة وأية كيا  
وجد في فردية ما ما قوانين تطور و قوانين نسبه والقوانين الدينامية أو القوانين التكوينية، وكذا  
معنى وحده فهي عدد لا يتقال من حالة إلى أخرى عبر الزمن هذا كميته لا بتحديد، مشدداً على هذا صفة  
بوجهه، ثم عد التوقع عني بنسبه اللاهية ب على حالة برعته و بدعته (البحر)



ومن الرغم من أنها ساهمت بشكل أساسي في تطوير مفهوم النسبية وبيان حقيقة لعلافة التي تربط بين الخلال، بدحائها في لحساب السرعات المحدودة، وتأكيدها على استحالة قلب العلاقة نسبية عندما تتعلق الأمر بحدوث لشي يتتبع في الزمن، فهذا لم يغس هيكل سيوي حتمية لابلاس، لأنها أهملت جانب الصدفة والحساب الاحصائي في تفسير الظواهر التي كانت تعني دراستها

٣- وعندما بدأت ميكانيك الكونست بطل على أمر الميريه، أحد برين حتمية لابلاس التي كانت واضحة كمنه إلى درجة نعت على لشتت فيها يعني في الحساب، حتى في مدن بغيرها نفسها (تشددها على مدن لغيرها لأن الميادين لأخرى كاليولوجيا والأجسام مثلاً - قد عرفت أهمية عامل الصدفة بالنسبة إلى الحتمية قبل ذلك بوقت طويل، وحدث في ارتباط مع التفسير الميكانيكي ومثله)

نقد تصح أولاً أن المقادير المتلازمة قانوناً لا تقل معاً لقياس الدقيق المتزامن إلا شكل محدود نظر، لعلاقات عدم التحديد الدقيق، لشيء الذي يحد أيضاً على محدودية مكانيه من نتائج الكلاسيك إلى هذه الميدان الجديد، وعلى قصور المنهج الكلاسيكي

ومن هنا جاء ذلك التذبذب الظاهري لشيء نسبية واحتمال على لمعوم، وقد كان يطابق بين وبين الحتمية الابلاسية، ولله الكلاسيكية وينبغي أن التفسير السلاحي لظواهر قد حذر مرحلتين

مرحلة الاحتمالية على المستوى المعرفي حيث كان يؤكد على عبور الداد العارضة عن الكشف عن وجود محدد كلاسيكي (حتى ولو كان موجود فعلاً) سب تدخل أدوات القياس، بل وتدخل الداد نفسها

مرحلة الاحتمال على المستوى الأطولوجي حيث كان يؤكد على الوجود الموضوعي للاتحاد في محال الأشياء ميكروسكوبية التي تد الوجودات على أن سلوكها يختلف عن سلوك العطف العادية في الميريه الكلاسيكية

بالمعنى من هاتين مرحلتين، والتشكل الذي أمر ب، يمكن أن يحد أيضاً على الاسم الذي يطلق على علاقات هايزنبرغ التي يعبر عنها، بانه لعلاقات لارتباط أو علاقات عدم التحديد الدقيق (عندما تدور فيها خصه المعرفه) وداره لعلاقات للاتحاد (عندما تدور فيها جوانب الوجود)

ومرد هذا التذبذب الظاهري من الحتمية هو ب ينطلق من فرصة سب موضوعها إلى الأشياء ميكروسكوبية أعداد ذات قيم محدده بالوسط محدّد حالها أعداد لا يستطيع تلك الأشياء تحمده نفس تلك النظم في الوجود (وه يمكن ينظر إلى هذه الأعداد حتى توصفها بمعنى متوسط بغير مائي الذي يحد مكان وجود الأشياء الميكروسكوبية)

نقد كان يتفسير للاحتتمال ينظر هو مصححون دوماً بأطروحة د بوية البرعة، يرى أن

القول بعلافة التلاخدد بطوي صميم على قبول وجود حد أقصى للموضوعية لا يمكن أن  
يعد له دليل لعارفه، فضلاً لأنه يستحيل عليه الفصل بين ما يرجع إلى المنظومة بديهيه  
موضوع الملاحظة، وما يرجع إلى ما تصيبه الذات نفسها خلال عملية القياس الذي يقوم  
به

عدم أن هذا التفسير التلاخمي لدنوي البرعة في ميدان الميكانيك الكوانسيه، يمكن  
وحدته لتفسير الممكن ديس ذلك أنه خلال التصود التي ست ظهور التفسير التلاخي في  
فيبدأ العالم المادي في الصغر، ثم يكف لتفسيرات التمسكه بالخميه عن توطيد أقدامها  
وسميه مقولاتها على أن وجهه نظر المتألمين بالخميه ووجهه نظر القائلين بالتلاخمييه أحدث  
بعد ذلك يعتز من بعضها بفصل حوار مثير ومناقش سوء، مما أدّى إلى قيام مجاهات تركيبية  
من فئت تردد وجهه ويعود

وقبل أن ننقل إلى عرض الجدول الذي نقول بها الميكانيك بالخميه، يجب أن نبرر هنا  
تطور مدرسه كومبهاغن نحو

اتقرار التوافق بين مبدأ النسبة العام وفكرة الكمليه

اتبرر الخائب الموضوعي في التفاعل الذي يحصل بين المحرّب والمنظومه مؤلفه من  
موضوع الميكروسكريي والأداة الماكروسكوبيه

اتبرر الفرق بين مستوى ممكن ومستوى لواقعي الأول تتعلق بإمكانات الموضوع  
ميكروسكريي، والذي يصم، في صلبه تكامله لا تقبل تفصيل، نتائج التفاعل بين  
موضوعات الميكروسكرييه ولأدوات الماكروسكوبيه

بعد هذا نتعل إلى الاتجاهات التمسكه بالخميه المدافعه عن مبدأ التحديد ولسميه  
كمبدأ عام لهه شأن هذه الاتجاهات تحت ضغط الحاجة إلى الوقوف في وجه ملاحظات  
القائدين بالملاحميه ومن أجل دفع بالجهود الايجابيه في الدراسات «لرسميه» لميكانيك  
الكوانسيه، خطوات إلى أمام

وفي هذا الإطار يمكن لتفسير بين شكلين أساسيين من أشكال التفسير الذي يعطي  
لقيمة الموضوعية لميكانيكا الكوانسيه

١ - الأول يعتبر المحتوى الموضوعي لميكانيكا الكوانسيه صالحاً تكامله إلى مثل هذا  
الاتجاه يؤكدون أن ميكانيك الكوانسيه ذات طابع احصائي لا يمكن الرجوعه إلى قوانين  
ديناميه، وأنها تعكس، عموم، العلاقات المعقده لقائمه في ميدان لعدم التنبه في الصغر،  
وأن الأحداث التي مستم في المسح لن تعمل إلا على تأكيد الطابع الاحصائي الخاص بهذا  
ميدان. حدد مع العلم بأن المقول بأولية امور الاحصائيه يرتبط في الأعم الأغلب بالقول  
بوجود كثرة من لأسباب هي مسؤولة عن الطابع الناقص الذي يصف به مفعول مختلف  
لعوامل مؤثرة في سلوك الموضوعات ميكروسكرييه

٢ - أب نشاني فيمير ميكانيك الكوسيه صاحبه فقط في درسه خيرا - لأنه كمجموعه، ولا يصح مدرسه سمونها مفردى - وديت يرى صحاب هـ الرأى به من الضرورى إنشاء نظريه جديدة تكون فيها ميكسك كواسيه كحاجه خاصه صم حالات اخرى، نظريه نحاور بدئح ميكانيك كوسيه ونعمل عن عمير به وسنوت حسابات الاوجه هؤلاء هو جـ نـ و ، نصوص الاحصائيه اني يكسف عب ميكسك كوسيه فربن ديميه مر شهاب بد كتعبف أن نفس سمونه المفردى للأشبه فيكره سكويه

٣ - هـك موقف وسط، هو موقف أو شت لذين سرون ميكانيك لكواسيه تقتصر على درسه الأشياء فيكره سكويه كمجموعات، فيكره دوى ال سسحو من ديت ي شي، فربن ليدش في مستعمل، مهمه بوصف هـ امشك لاشتب

جميع هذه الاحداث بشرط في لا عترف بوجود موضوعي مسسه عامه، ونحجمه خاصه - ودا نظريه يرى مسانه نعمق وحدث أن أصحاب الاتجاه الأول يأحدون ما يعبرونه صحت في وجهه نظر مدرسه كوينها عن فسونه ويوسعه - وهك يرى امسيو فوك V A Fok أن معطيات ميكانيك الكونتيه، وبكيفية عامه معطيات الفيزياء الكلاسيكيه، من شأنها أن تمدد ما يكفي من لأسباب التي تحدث عن الاحتفاظ بحتوى مفهوم نسبيه والعمل عن اعشاه وهو لا يهمل إلا تلك الخواص الصفه في حبه لائلاس - انه يرى أن ميكانيكا كواسيه كتعب عن ثلاثه مبادئ جديده تعني قدرته على لتفسير، ماديء تحت أمدها فربن لا عترف في كل نظريه لنسبيه فريد أن يكون عنه حصه وهذه المادى هي

- ارساط النتائج، رتافاً بآبأ نادوات لقياس، و عظه هـا لارساط معنى موضوعياً بالنظر بيه كتعبه عن بيعيه اخصائص لجسيمه الموجيه التي تتصف ب الأشياء ميكروسكويه، سميتها لنسبه التي يكون عنها لأجهزة لتجريبه في اخر مراحل التجريب، أي مرحله تسجيل المعلومات

السير بين الممكن والواقعي لأن ما يبدو في دائره ممكن لا يحق كله في دائره لواقعي

فهم لـه فيها أكثر عمفاً واشد تعقيداً، لأن الأمر يتعلق بنسبه تدعب دورها في ميدان الممكن، وليس فقط في ميدان حوادث لواقعيه المسجعه

إن تحديد الأعداد (= أو الاحداثيات) الديناميه للحالات اني نأى كتيحه بواسطه الأعداد الديناميه للحالات لي تكون ساً، هو تحديد احصائي دوم - وكمثال عن ذلك شير إن أنه عدد يحصل واصطدم، بين جسيم ميكروسكوبين فإن ميكانيك كوسيه لا تحب عن هذه السؤ - ما هي الحاله لكلاسيكيه والتمامه اني أصبح هذين الجسمين بعد الاصطدام؟ لا تحب ميكانيكا الكونتيه عن هذا سؤل لأنه ليست هناك مثل هذه الحاله؟ إن تحب فقط على السؤل لتالي كم هي مرفعه درجه احتمال عشورن عب الاصطدام، وحلال تجربه ما، على مختلف النتائج التي يمكن أن يسفر عنها هذا الاصطدام؟

هنا يطرح مسألة ما إذا كانت ميكانيك الكوانتية مدرسة لأشياء ميكروسكوبية كجزيئات أم لا مدرستها فقط كمجموعات

لقد بين، في حجة الأخيرة، أن لخطوط لعاصفة بين النظرية الكوانتية ومدرسة مجموعات قد أحدث بعد صلاتها، بسبب أن مجموعات مستمدة من تعقيدات بحريته، ومعها نظرياً، هم في آن واحد، سنوت مجموعات وسنوك حسابات الفردية الأولى على مستوى الواقع، والثانية على مستوى ممكن ولذلك نرى أن فكره بسبب فوك A و EOK التي تقوون بـ لعلاقته الأساسية يكون ذات معنى في ميدان الممكن فقط دول فيه بـ بواقعي، يجب أن ننم بالفكره بآليه وهي أنه بدون لقوون بآسيبيه المنخفضه واقعياً لا يمكن فهم بأبحاث في العالم المتناهي الصغر هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإن التأكيد على كون الاحتمال مفهوم أساسي وأصيل في ميكانيك الكوانتية يمكن أن يقبل إد فهمه بـ بـ بشر فقط بـ لأهمه الخاصه التي بكتسيها، للاحتمالات في فيزياء العالم المتناهي في الصغر، مع نعم بان بكل احتمال حدود تحد داخل حده واقعيه ما، ولذلك كان من الخطأ ربط للاحتمال باستقرارات التي تحدث في المستقبل وحده

وهكذا نرى أنه بدلاً من استطره انحصاره، نظريه لآلام في الحتمه حيث تحمل لسيبه محتمل ضروره، والواقع محتمل ممكن، وحيث يردف هـ احصائي بـ ما هـر دبامي، بدلاً من ذلك كله، طهر، على مستوى امكانات الكوانتية، فهم حـر بلحميه أصل بصله وأكثر مرونة، بـر لطبع الموضوعي والضروري الذي بكتسه بـقوانين الاحصائية، ويكشف عن خطأ انحصاره بـ ما هو واقعي وما هو ممكن بظـر لوجود عوامل عرصة، وبطراً كدبت لتأثير بـسيبه في ميدان الممكن

وأخيراً فإن الأخوة التي يجاب بـ عن لسؤال انتهي كيف يمكن بـ بصر الانطباع الاحصائي بميكانيك الكوانتية، ما زالت تدور، في الوقت بـراهن، في دائرة لافترصاص، وأكثر هذه الأخوة متده هي بنت التي بـدمها أوشك لدي بسمون بالخصوص بـ لـنشر الذي بظنر عليه اسم «الأخيه بـيبي» والذي يوجد عن رأسه دويروي وبجي P. V. J. و U. Bohm

إن فكره المسويات التي قال بـ بجي ويوهم هي، من انجابه الفلسفيه مهمه جداً دبت لأن الأمر بـعن مستويات بـرض فيها أن بـقوانين لاحتمائه وبـقوانين البدياسيه التي يطلو عليها كذلك اسم القوونير البـسيبه) بـعمل عملها بشكل بـجمل من الممكن فهم وبفسير مختلف أنواع لانتظام لدي بـرضه القوونير لاحصائيه، في مستوى أكثر عمق، مستوى ما بـب بـكوان Le niveau subquantique

إن بـش هذا لآخيه، علف بـروون أن لكل مستوى خصوصيه وبـقوانين وقعة لا يمكن بـرجاعها بـ مسويات أخرى، فـ بـن بـرض عن بعض الاطراء وبـرضه في الوقت بـرضه، بـتهور أخاب بـ قبول سائح دجهه بـظر بـلأخيه على مستوى الذي بـرضه ميكانيك

نكون به هل أن العودة إلى النموذج حتمي سحس في مستوى حراً، مستوى ما نحب  
نكون به

هل تمكن استخلاص بعض نتائج من هذا العرض السريع الذي قصناه لمختص  
لأنه هذات أبي تعبر، في العمق، مباحرة لاحتمة؟

بعد من من المناقشة بي قمت بها، أن هناك بعداً نتمو فيه هذه الأخاهات وأخرى  
تختلف فيها، وحدث على مستويات الثلاثة أبي شرن إليها أعلاه محدودته مفهم الميكانيك  
نكلاسيكية، طبيعياً الاحصائية لظواهر نكم به، ثانياً حسيماً - موجه

لا أحد يعارض اليوم في أن مفهم ميكانيك الكلاسيكية دثره محدودته في مجال فنيها  
لنطبق في ميدان ميكانيكا انكوتيه، و منهم في المرحه الأولى، من لاسيه المسمية، هو  
أن نقيده صلاحه مفهم الكلاسيكية لتحديد لظواهر لا بد - لي نظري - على مقي كل  
تحديد لظواهر

أن على مستوى ميكانيك انكوتيه فإن هذه لانتخابات نر أيضاً أن لظواهر محدده  
أساساً مادية في ظل شروط موضوعيه معينه، واذ، فيجب أن نعرض، كم هو الشار  
نالسسه إلى نظريه الاحتمالات على العموم، وجود أساس لتحديد سلوك الحسيات الأولى،  
سلوكها، مخرج (عبر القابل للتحديد الدقيق) وسلوكها اثبت انقاس لتحديد الدقيق

إن جميع الفيزيائيين والعلماء المحدثين يرون بظن موضوعي خست للاحتمالات،  
مثي يرون بظن الموضوعي نفورير الاقتصاديه بي يسري مفعوف في العالم لساها في  
لصغر، وهم يعرفون بأن النسبية مكتبي، في هذا ميدان طبع مفهم حد، أكثر مما هم  
عنه خال في ميدان لعالم لشري، عدم الأشياء تكبيره هذ، في ميدان العالم لساها في  
بصغر، يمكن مجموعه من الظروف أن تؤدي - أو لا تؤدي - إلى حدوث لظاهرة، ولكن  
حدوثها أو عدم حدوثها له أساس موضوعي لا يمكن الاعتراض عليها

هل يمكن أن نر من خلال الظواهر هذه لسيه لكاسه في مسله انقاعات  
محدده؟

إن أنصار النظرية بعائله بالاحتياط يرون أن انفصل بين مظاهره و سبب شيء لا يمكن  
انفهم به ذلك لأن انفصل، في ميكانيك انكوتيه من الضروري والعرض شيء معدر،  
وبدائي فإن عزل لظواهره شيء معدر كذلك فسلوك حسيات أوليه سلوك حسيات  
وبدئ كد توقع احتمالي فقط إن لشكل لاحصائي الذي يظهر به النسبه لا يلعي  
النسبه، من يدر فقط المفهوم بدائيكتيكي مترابط نعام على صعد لكونه، أي اسحاله  
عرض الموضوعي امكروسكوبي عن محيطه، إن العلاقات النسبيه، لا تظهر، في المستوى  
الخاص بالميكانيكا نكوتيه بشكل بسيط ومباشر، من نصوره عبر مباشره

أما نالسسه إلى أنصار النظرية القائلة بالنسبية فهم يرون أن لك لدي يحدث

لظاهرة أساسي في هذه الظاهرة نفسها، ولذلك كنت لعلامة نسبية أساسية في فهم الظواهر، لأنها نتيجة من التفاعل العام بين حوادث الكون، ونظيره لحال يجب أن يفهم النسبية فيها مرة بفرصة الحصول الدائم للعلاقات لكونيه بعامية حيث تحتفظ الصدفة هي أيضاً بدور هام

وأم أولئك الذين يعتبرون نظرية الكوانت نظرية نهائية ويرفضون سائلتي فكره ادراكمات «الحقيقة» دون رأيهم هذا غير منطقي، في نظري من لائحة الفلسفية يجب أن يحل لهم يدرك على أن النظرية، أية نظرية لا بد أن تكشف حدودها، حلاً أو عاجلاً، ولا بد أن تكمل وتعدل أو تعوض نظريات أخرى أكثر صرامة

به من الصعب قراءتي أن الواقع، على المستوى ميكرو سكوبي يسمى دوماً بالحدود واقعاً حداثياً، وأنه لا يمكن العثور على مستويات في هذا الواقع نفسه - تسمح باستمرار علاقات نسبية أساسية أو حلة من العلاقات «الدينامية»

## ٨ - العلم واقتصاد الفكر<sup>(١)</sup>

### أرنيست ماح

نسب مختلف تيارات وضعه حديده هو العالم الفيزيائي الألماني رينست ماح وبرعته انظره اربا وبسبب ماح نفسه في مركبي ماديته مشهوره، كما ان حاد ذلك في العصر برعته من العلم لآل من هذ نكتاب وبسبب البص التي برعته هذ آراء ماح في هذ الصدد فب ان الانسان لا يمكنه ان يعرف سوى بظواهره خفيه فان ما نسميه «الشيء» هو «الموضوع» ليس حاسبه إلما سوى مجرد مركب من الاحساسات، فهو رمز للاحاساسات، لا العكس واذن فمفهوم العلم ليس لاطلاع على حقيقة نعيم الواقع كما هي بل فقط اقتصاد الفكر في تجميع الانطاعات خفيه في صو ومركبات ذهنيه، ودماج هذه الصو الذهنيه بعضها في بعض بواسطة القودين (أي العبادات الرياضيه واحكامها في اقل عدد ممكن من مسائل)، يسهل مداوفا وندها من حين لآخر فانعلم (دون بعد تحزن الاحساسات ونقصه الفكر وقد سحبت سحرليه بطقه (مدسة فيها وفروعها) تسببه مخلقة هذ البصور فقلنا ان موضوع الصنف هو التحليل خطفي بذه نعلم كما شرح ذلك في بحث عدم عني صده به جزء لآل من هذ الكتاب وقد بد برعات اصليه سرى، في ممداد انعلم ذاته وجهه نظر ماح، فانشأت نصوصا علم معرفه العلميه وضعيه تمام أي بغير معرفه علميه على مدار ظهور والقياس كس سرى في نصوص علميه

١- ان ما يرمي بيه العلم، أي عدم، هو سدل سحارب مسح ذهنيه ونصوات لجوالات، واحترها في لعنكر وبسببه أكثر سروده، في اوقات، من سحره بعضه، ويمكن أن يقوم مقامها من عده نوح ب هذه لوظيفة لاقتصاديه التي نعم كمال العلم بأجمعه نحول أولاً، وبوصوح، في البيئات وله هين لعلمه واكتشاف هذ انطاع الادحاي بنعم يربس من ميدان العلميه، في نفس الوقت، كن مسحه صويه وخر عدها بشر العلم بوسطه بنعم بعد هدف في نقل محارب لآخرين في بنعم، وتمكنه من اقتصاد بعض سحارب ؛ لكنت التي سحرها هذ حركات بنقل، هي الأحادي، في لأحيان اللاحقه تحارب لأحيان السده ونود عليها عده انقبام سنك سحارب والدعه التي هي وسيله هذ النقل هي،

<sup>(١)</sup> Ernst Mach : *La Mécanique* Texte rappelé par Robert Blanche. *La Méthode expérimentale et la philosophie de la physique* collection ١٤٦ (Paris: Armand Colin ١٩١٩) pp ١٥٦-٢٥٩

تصبيغة الخال، عامل في عمدة لادخار هذه، فلا سم عمده لقل هذه إلا سحرته الفحار  
وممكنها إلى عناصر بسيطة وتحولها إلى رموز تحقق بوسطها عمده لقل ذلك، وقد يتح  
سه دوماً التصحية بالذه إلى حد ما

٢ - عندما شئ في أذهان سحة عن ظاهره م، فبلا لا يشهد اصطلاح من لظهوره  
تكل، بل انطلاق من جوانب التي تبدو لنا أكثر أهمية، يوجه في ذلك هدف معين، هو  
سحة منشرة أو غير منشرة فأنه عمده سوحه أصف إلى ذلك أن ذلك انسح هي دوماً  
محررات وهف أنص يمكن أن يلمس نفس الميل إلى الإفصاح

تألف الطبيعة من عناصر تمزنا بها الخواص ولرحل اسدائي يدرك، أولاً وهف كل  
شيء، بعض المركبات انكوبة من هذه العناصر وانتمعه باستقرار سبي والتي تكتسي بالنسبة  
إليه أهمية ما وأقدم الكميات هي أسها، وأشياء وفي عملية التسمية هذه يمكن أن يدرك  
سهوة كيف أن بعض الأطراف على محيط بالشئ الذي يعطيه اسم، وكيف أن بعض  
السمات الذهبية التي تلامز ذلك المركب (لشيء) لكوها تبدو لنا أقل أهمية أم في لطسعة  
فلا شيء فيها سعي هو هو بدون تغيير إلى شيء محريد، ولأسم رمز لمركب من العناصر لا  
هم بالتعريف لي تلامزه وسن يفتون على المركب ماخذه كمنه أو سحره إليه رمز وحيد،  
عندما يكون في حاجة إلى سحصار جميع الانطاعات التي ترميه، دفعه وحده، ولا يوجه  
ساده إلى التعريف التي تلامزه إلا في ما بعد، عندما يرتفع إلى درجة أعلى (= من البحث)  
وهو يصح من السحيل، طبيعة الحز، لاختلاف مفهوم الشاوب والتعريف وإذا حاول  
ذلك وحده أنصا أمام مفاهيم فدرعه ومفاهيمه مثل مفهوم «شيء في ذاته» ويست  
الأحساس «رموز للأشياء»، بل بالعكس من ذلك، فاسي رمز ذهني مركب من  
لأحساسات يمنع باستقرار سبي وليس الأشياء (موضوعات والأحسام هي التي تشكل  
عناصر الحقيقة لعدم بل من هذه العناصر هي الألوان والأصوات والصعوط التسمية  
والأمكنة والأرمة

ولذلك عمده اقتصادية محض ذلك لأن تأخذ سح لأشياء من مركبات سبي تألفها  
وأي نصح أكثر من غيره بالاستقرار، ثم نصيف إليها، في ما بعد، وهو طريق تصحيح،  
مركبات التي نسب مألوفة بدي، ولا معاده فبد تحدث مثلاً عن مسطوية مفرعة أو غير  
مكعب مسطح أو ديا، وأحد هاتين العنارين يعاها الأخرى وحدناي نقصان تنقص، إلا  
يد بطون إلى الأمور من خلال وجهة نظر أي عرصه علاه وهكذا فجميع الأحكام هي  
بوسع نطاق تصور سابق أو تصحيح له

٣ - عندما يحدث عن الأمسات والشائج، فبلا سحر، بكيه بعديه، في انسحه لذهنه  
لتي كونه لأفست عن ظاهره ما، لطروف التي تنقسم، حسب عدد، وفي الاتحاد الذي  
تكتسي هية سسه إبت ما في الطبيعة، فبست هالاً أساد ولا سائج إلى انطبعة لا  
يكون حصره إلا مرة واحدة ما يكر حالات مشبه حيث تربط الظاهرة «أ» بالظاهرة  
«ب» دئ، أي حيث تربط النتائج المشابهة بالظروف المشابهة، وهو يشكل ما هو أساسي  
في علاقة السبب بالنتيجة، حديث سبي لا يوجه إلا في عميمات لتجربته التي تقوم بـ



عند استباح الطواهر في الفكر ولدت فيمجرد ما يصبح شيء مأخوذاً لشيء، لا يعود في حاجه إلى إقرار بسبل الخصائص ولا إلى توجيه انبعاثها إلى ما سجدت من جديد، ولا إلى انكلام عن نسب والسجه. بل يقول، في بداية الأمر، إن الحرره هي سبب قوة اشار سحر، ولكن بمجرد ما تألف العلاقة بين الحرره والبحار، تصور مرة واحدة، البحار وحراره وشده، تماماً كما هو الشأن بالنسبة إلى الخاص الذي ينظر إليه، أو الأمر، كسب لاهوار لون سجع الشمس (= التوروسون) تعتمد، في ما بعد، إلى ادراج هذا التعبير في النوب ضمن خصائص الخاص.

٤ - وإذا نظرنا إلى تفاصيل العلم أو حرياته نجى لنا طابعه لاقتصادى بوصف أكثر إلى العلوم الوصفية يقتصر، يقرب، على وصف الحوادث الخريه، وإقرار الخصائص المشتركة بين عدة طواهر، دفعة واحدة، عندما يكون ذلك ممكناً. أما في العلوم التي بلغت درجه أعلى من التطور فإننا نمحاً إلى صيغته قواعد بناء عدد أكبر من الحوادث في فضاء وحيد. بدلاً من أن نسجل مثلاً مختلف حالات انكسار الضوء، حالة فحاله، نمكن أحداث هذه الحالات وتوهمها جميعاً عند نعلم أن الشعاع الصوتي الساقط والشعاع الصوتي المكسر والعمود النازل على نقطه بداية الانكسار توحد كلها على مستوى واحد وأن (حالك) =  $\frac{1}{n}$  وهكذا، بدلاً من النظر إلى ما لا يخص من طواهر الانكسار من روايا مختلفه وفي أوساط متباينه<sup>١</sup> لا يحتاج إلى ملاحظه عينه هذه في العلاقه الساقطه، وفي ذلك سهوة لا تفكر، والميل إلى الاقتصاد واضح هنا. ونسبى هذا في حال أنه لا يوجد في الطبيعة قانون بالانكسار، بل توحد فقط حالات لا تخص من هذه الظاهرة. إن نسو الانكسار طريقة لسه، وحير ومختصر، صنع ماسكل الذي يجعده في متناولنا، ويخص فقط حساب الهندسي في الطاهره.

٥ - والعلوم التي نصف هذا لطبقه لاقتصادى تخطو. هي تلك التي لا تهتم إلى بالظواهر الفسيه لأن نجر إلى عدد قليل من عناصر نفس ن يعرف عنها بالأعداد. وذلك مثل علم ميكانيك الذي لا يهم إلا بالمكان والزمان، والكه والعلوم التي من هذا النوع تسعيد في تحقيق مساهمة من الاقتصاد في الرياضيات.

٦ - ونقدم هنا التغييرات المشه كثيرة عن اقتصاد الفكر، ونكتفي بالإشارة إلى بعضها. يجب القول، إذن، إنه لا وجود لتأثير عميق، كما يمكن انحصار عليها، مبدئاً، دون مساعدته مفتح. وإذا رخصه قصوره ونعق شري محدود محدود صفه، فإن معرفه خبره هذا لا يمكن تخصيصها بدون اقتصاد في الفكر وسع. ونعم نفسه يمكن عباره، إذن، عباره عن مشكل حد أدنى، مسكن نحصل في عرض الحوادث عرصا وصح بقدر الامكان، بواسطة أصل نفسه فكره<sup>٢</sup>.

(٢) ذلك هو دون انكسار الضوء في صاعه يدور.

(٣) مفهوم بالروايات والسقوط واللاسلط حد وسط مادة التي حصل فيها الانكسار من.

هو.

## ٩ - الاحتمية ومفهوم «الواقع»<sup>(١)</sup> (وجهة نظر الوضعية الجديدة)

هايزنبرغ

مدرسة كوبنهاغن التي ترعها بوره وكان هايزنبرغ، صاحب النص، أحد أقطابها، مدرسة وضعيه شاعراً  
بعلاوة على أنها نصر على استعالة معادله الظواهر الدرية بوسطه مفهوم الخمية طرُء بعلات لا ريبات، فهي  
تحدد انطباع الاحتمال بظواهر تكون نتيجته أساساً نظرية بكر اصعاء الوجود بنادي السوامي على الحسبات  
الدوية إن «الواقع» في ميدان الدرة يخضع في نظرهما عن السوامي في ميدان الظواهر التي تعالجها الفيزياء  
الكلاسيكية، لأن مدلول كلمة «واقع» في هذا الميدان لا يسقط على الظواهر الدرية وكما هو واضح من  
النص، ندعاً الوضعيه الجديدة في الدفاع عن وجهه نظرها في تحليل الدرة، كأن الوجود الواقعي يتوقف فقط  
على المعايير النوعية وقدت مظهر من مظاهر الاستعلال الانديويجي بسم

«يعتق جميع أوثق الذين يعارضون وجهه نظر مدرسة كوبنهاغن في المعطى التالي وهم  
جميع سادون بالرجوع إلى النصور الفيزيائي الكلاسيكي بلواقع وبعبارة فسيه أعم،  
سادون بالرجوع محمداً إلى السرعة المادية التي نضعي وجوداً بطولوحاً على الواقع بهم  
مدعوب إلى القول من حديد بعدم موضوعي وانعي تمنع فيه أصغر الحسبات الأولية بعدم  
لوجود موضوعي الذي نسه إلى الأحجار والأشجار، سواء ك ملاحظتها أو لم تكن

بد أن هذا مستحيل، أو على الأقل ليس ممكن تماماً الإمكان، سطرأ لطبعة الظواهر  
الدرية إن مهمتها ليست في بدء حساب حول ما يجب أن تكون عنه الظواهر الدرية، بل  
إنها منحصر في محاولة فهم هذه لظواهر

هناك جملة من الاعتراضات تسل إلى فكره «البرمترات»<sup>(٢)</sup> والفكرة التي تقول بما أن

---

(١) Werner Heisenberg. *Physique et philosophie, la science moderne en révolution*. tra-  
duit de anglais par Jacqueline Hadamard. les savants et le monde (Paris: Albin Michel 1961  
(٢) البارامتر Paramètre هو شتيع الوسيط الذي لمحمد عيسى فيم معبرات أخرى ولقصود  
بالرمترات في سياق النص، العناصر المتعة المحولة التي أهميتها معادله علاقات الارباب، بما شأ عنه ذلك  
الطائفة الاناحيمي بظواهر الدرية (مترجم)

فويرين الميكانيك الكلاسيكي لا تحدد، على العموم نتائج التجربة إلا بصورة احتمالية، فإنه لا بد من القول وفاق مع وجهة النظر الكلاسيكية - بوجود برامجها الحقيقية - بمعنى على ملاحظته أثناء تجريبه، وهي التي تحدد نتائج هذه التجربة تحديدًا حسب ما نطرقه بعيناه وهذا ليس بحد بعض تفاصيل حدوث أحداث برنامج من هذا النوع في ميكانيك الكوانتوم

من حيث مثلاً، رأيي المخالف لوجهة نظر مدرسة كوبنهاغن والذي أدى به مؤخرًا سيده بوهم Bohm وقد ساء السوء لوي دوسروي من بعض مؤرخيه يرى بوهم أن الحسبان الأولية عذره عن بيان دت وجود «واقعي موضوعي» مثله في دت مثل الكتلة في ميكانيك نيوتن ونفس الشيء بقوله عن موجات في «المكان التصوري» L'espace de configuration فهو يرى أنها ذات وجود «واقعي موضوعي» مثله في دت مثل اتجاه الكهرسائي ومعلوم أن «المكان التصوري» مكان ذو أبعاد كثيرة، نعم عهد مختلفه الأحداث الخاصة بجميع الحسبان الأولية التي تضمها منظومة معينة وقد يصطدم مع أولى تصورات فسادا عنه بالصطع عندما نقول عن الموجات في «المكان التصوري» «واقعية»<sup>(٣)</sup> بـ «مكان التصوري» مكان موزع في التجريب وكلمته «واقعي» يعني في الأصل اليوناني «شيء»، والأشياء توجد في مكان معادي ذي ثلاثة أبعاد ولا توجد في مكان تصوري مجرد نعم يمكن أن نقول عن هذه الأمواج «موضوعية» عندما يعني بذلك أنها أمواج لا تتوقف على ملاحظ ولا يمكن فعل التعامل معها «و مع»، لنهم إلا إذا كان مسعدين لإحداث تغيير في مدلول هذا اللفظ

ويحدد بوهم، بعد دت، أساساً إمكانية الحسبان الأولية بالحساب العمودية على المساحات ذات والطور الثابت<sup>(٤)</sup> Phase Constant، ومعرفة أي من هذه الحسبان يشكل مسار «واقعي» بحسبهم تتوقف في نظره على تاريخ منظومه وعن أن القياس، الشيء الذي لا يمكن لث فيه إلا بعد أن يعرف عن المنظومة، أكثر مما يمكن معرفته عنها بالفعل إن ماضي منظومه يشمل فعلاً على برنامج حقيق من حيثها «مسار القياس» الذي كانت تلك الحسبان قبل بدء في التجربة

إن لغة بوهم في التعبير لا تدل على أي شيء سافس ما نقول به مدرسة كوبنهاغن ومسألة الوحيدة هي ما إذا كانت لغته مناسبة وهكذا فعلاوة على الاعتراض الذي سبق الأدلاء به والذي يرى أن تحديد عن مسارات الحسبان الأولية هو نوع من الإشعاع «فيه فورية إيديولوجية» لا فائدة فيها، نجد لأشدة هذا، بكمية خاصة، إلى أن نوع البعثة التي سمعها بوهم يقوِّض المبادئ La symétrie الذي نصبه ميكانيك الكوانتوم صممياً بين موقع الحسيم وسرعته فإذا كان بوهم يقبل لتفسير معادي بخصوص قياس موقع فإنه يرفض هذا التفسير نفسه بالنسبة إلى قياس لسرعة أو كمية الحركة وي أن

(٣) بطور في تعريبه هو «مقدار» الذي يمكن من الكشف عن «حالة» منظومه بتدليل مناسبه إلى منظومه

خرى «الترجم

خصائص لها مثل تشكل دوماً تميرها الأساسية بنظره، فإنه من الصعب بيان ما يرمح به  
عندما يرفض بحث خصائص في لغة التي يحدث بها عن هذه نصريه، وبذلك لا يمكن  
النظر إلى هذا الاتجاه الذي يعارض به بوهيم وجهه نظر مدرسة كوبنهاغن كعندل ينفسر  
بني تقديمه هذه المدرسة

وأخيراً فإن الاعتقاد بأن وجهه إلى مدرسة كوبنهاغن كل من شين وفوب و  
وحرور في مقالات عديدة، يركز كلها حول مسألة ما إذا كانت وجهه نظرهم من كوبنهاغن  
تقدم لنا وصفاً موضوعياً وحيداً لظواهر الفيزياء، ويكره عرض حججهم الأساسية كما  
يرون. يصعب أن ندفع لنظرية لكونية تقدم لنا وصفاً مناسباً لكافة الجوانب لاحتوائي في  
الظواهر الفيزيائية ويكره حتى ولو كانت الاعتقاد التي يحدث عن مظهر الاحتمالي للظواهر  
الفيزيائية صحيحة تماماً، فإن التفسير الذي يقدمه ما قد سمع كوبنهاغن لا يصف ما يجري  
فعلاً، خارج منه الملاحظة، أو خلال الفترة الزمنية التي تفصل بين الملاحظات بعضها عن  
بعض. نعم يجب أن تجري شيء ما خلال ذلك، هذا ما لا شك فيه، ولكن هذا الذي  
يجري ليس من الضروري تحديده بواسطة الفلكلور أو الموضة أو نكوت التصويف. وما دام  
هذا الذي يجري لم يحدد بشكل أو بآخر، فإن مهمة الفيزياء بطل قائمه ولا يمكن أن يعبر  
المسألة لا تتعلق بل بفعل الملاحظة فهي العدم بحث على الفيزيائي أن يتفق من التفسير  
بأنه يدرس عدداً يصعب فهمه من هذا العالم يسمى كس هو أساساً، إذ عاب العالم  
الفيزيائي وناسلي فإن وجهه نظر مدرسة كوبنهاغن لا تقدم تفسير كامل لظواهر الطبيعة

وأصبح أن ما يطالب به هذا الاعتراض هو الرجوع مجدداً إلى التصور القديم، التصور  
الذي يعطي لتوقع وجود مادياً انطولوجياً، فإذا يمكن أن نجيب مدرسة كوبنهاغن؟

يمكن أن نقول إن الفيزياء جزء من العلم، وربما هذا الاعتراض يرمي إلى وصف  
تضييعه وفهمها، والفهم، مهما كان، سواء كان علمياً أو غير علمي، سوفق على اللغة التي  
يستخدمها الأفكار ووصف لظواهر أو استعارات أو نتائج هذه التجارب يعتمد بدوره على  
أسسها باعتبارها الوحيية الوحيدة للتوصل والكلمات التي تتألف منها اللغة تعبر عن المفاهيم  
المتعددة من الحياة اليومية، تلك المفاهيم التي يمكن أن تتقح، في اللغة العلمية تصبح مفاهيم  
علمية صالحة لتعبر عن معطيات التي يدرسها الفيزياء الكلاسيكية، فصيح بالتالي أدواتنا  
لوحيدة التي تمكن من تداول الأفكار بدون لبس ولا غموض، حول الظواهر وبسطيم  
تجارب وما يستخلص منها من نتائج

وهكذا فقد طلبنا من العلم الذي يبحث في ميدان أدركه أن يعطينا وصفاً ما يجري فعلاً  
خلال تجاربه، فإنه من الضروري أن يسنه إلى أن كلمات «وصف» و«جزي» و«فعلاً» لا  
يمكن أن تعبر إلا عن مفاهيم متعلقة بالحياة اليومية أو بالفيزياء الكلاسيكية وإذا ما حاول  
هذا الباحث لتعبر عن هذه المفاهيم، فإنه قد لا يجد لوسيله التي تمكنه من تعبر عن هذه  
المفاهيم، فإنه قد لا يجد لوسيله التي تمكنه من لتعبر بدون صعوبة ولا لبس، كما أنه قد لا  
يستطيع متبعة أبحاثه العلمية واستيعابها هي أن أي نصريح بني نه حول «ما يجري فعلاً» لا

سد أن يكون سواسطه المفهوم الكلاسيكية، وبالتالي سيكون سبب فويرس لسياسيكية  
 حرارية وعلاقات لا يباب - نافض في دنة، عيده، يعطى الأمر بالظواهر لحرية. ذلك لأن  
 عاره «وصف ما تجري» بين ملاحظتين متباينين، على صعيد الظواهر التكوينية عاره سطوي  
 على تفاصيل دي، لأن كلمة «وصف» هذه بالمفهوم الكلاسيكية، في حين أن هذه المفاهيم لا  
 يمكن أن تدور على «ما تجري» من ملاحظتين، بل فقط على ما تجري حين الملاحظة

ومن هنا يتضح أن لصيغة الاحصائية لقوانين انبعاثية استرومكوبية أمر لا يمكن محسه  
 ولا تتعب عنه ذلك لأن أنه معروف - «توقع» هي نسب لقوانين الكوانسية - معرفة  
 نافضه في دته إلى الظواهر مادية بي نسب وجود - انطووحاً . مادياً لظواهر ترتكر على  
 فكرة حاصه وهي أن الوجود لأطولوحي أو «توقعه» مباشرة التي سها لظواهر المحطة  
 ب- في العالم الماكرومكوبي - يمكن تمثيله ليشمل الحوادث على المستوى الفري وهذا شيء  
 «محين»

## ١٠ - تكاملية بور<sup>(١)</sup>

### بيلس بور

سرح في ما يلي مجموعة النصوص الفيزيائية الكبر بيلس بور، رغم المدرسة الأيسينوبوحيه بوسعيه المعروفه باسم مدرسه كوبهاغن إن ما يميز هذه المدرسة هو دفاعها حبيب عن تلاحيه في العلم وير دور القياس ودوائه في تشكيل نتائج التجربه وإذا كان هذا بشكل حد تعطيات العلميه في مرحله معينه من تطور العلم، وإذ كانت المرفه العلميه، في اليدان ميكرو سكوب خاصه، تكسي طابع حبال مع مجمعيه مرفه سبيه احصائيه، فرفه من المفارقات العلميه ان نصر مدرسه كوبهاغن على ان هذه الطابع الاحصائي سببي يكسي صنفه ضعيف نهائيه أما بيلس بو. فهو في جانب دفاعه عن لغولات الأساسيه التي تعتمد مدرسه كوبهاغن في ميدان المرفه العلميه على مستوى ميكرو سكوب، م يمد في مد ومطيط بعض المفاهيم الفيزيائيه الحديثه إلى ميادين أخرى بيوبوحيه وسيكوبوحيه وحيمايه وحصاريه، كما سري في النصوص المنحه بالنص لأساسي لقد نجد من مفهوم «الكامله» مصداق لجميع المشاكل، مصداقا نعرف بالنقص ونجد مجيده في «تكامله»

وإن ما يميز لظرفه لكوسه هو أنها حرب، مشكل أساسي، من صلاحه مفاهيم الفيزياء الكلاسيكيه في معاشه لظوفر اسريه، الشيء الذي نتج منه وضع خاص، بعض الشيء، يتمثل في ذلك لصعوبه لي يعترضه عدد محاول العبر عن محتوى هذه لظرفه بنفاهيم لكلاسيكيه لي يوقف عليها، أساساً، فهم لمعطيات سحره، مع ذلك، يبدو أنه من ممكن - كما سري في ما بعد - التعبير عن هو أساس في هذه لظرفه بواصفه والمسميه لكوانسه التي نصر على أن جميع عمليات ولتقورات التي تتم في لعدم اسدي تكسي طابع المنصل أو على «الأصح، طابع الفردي» وهو طابع م مرفه عط لظريات لكلاسيكيه، ويتميز بتدخل كوسوم الفعل الذي كشفه بذلك

إن هذه المسئمة تصطربا إلى التحلي عن تطبيق النسبية والتحديد المكاني - لرمزي مجتمعيين، في د و حد، عدد نريد وصف لظوفر النديه ومعلوم أن وصف لظواهر

(١) انظر في حد كز نصر مصدر الذي أحدهه

طبيعياً، كما عتدب أن يقوم به، يعتمد في ما به التحسن، على اعتقادات في أن عمليه  
 ملاحظه لا تعبر في شيء جوهر الظاهره التي يدرسها وانظريه نسبية التي ساهمت بشكل  
 واسع في إصفاء مزيد من الوضوح والدقه نحو النظريات الكلاسيكيه قد عمت من جهة  
 على تأكيد هذا الاعتقاد فيد كد نسين قد لاحظ أن أي فاس و ملاحظه يقوم بها،  
 يتوقفان على بر من حدوث، أي حدوث حادثين مستقبليين في نفسه و حدة من مكان  
 لزمان، فإن بر من حدوث هذا لا يؤثر فيه ما قد يكون هناك من خلاف بر ملاحظتين في  
 تقدير الزمان و مكان

هذا من جهة، ومن جهة أخرى نصل لنسمة الكوانتية على أن به ملاحظه يقوم بها  
 في مظهر بداهة، لا بد أن يؤدي إلى نوع من التداخل و تفاعل بين لظاهرة المدروسة  
 وأدوات القياس، وبالتالي يصبح من غير ممكن عدا مظهر و أدوات بقياس كأشياء نسمع  
 بوجود و معنى فيزيائي مستقل، بمعنى تعدادي يمكنه و مواقع أن مفهوم الملاحظه يتطوي  
 على عنصر أساسي دلت لأنه يوقف أساساً على حداث موضوعات عتدب فيها أنها بشكل  
 جزء من منظومه موضوع الملاحظه وندرس أضاف إلى دلت أن ملاحظه، به ملاحظه،  
 برتد، في ما به التحليل، إلى اندكاته حبه وبي أن سألين ملاحظت، عتدبها يفسر  
 ما يتطلب توتاً سعيان معاهم نظريه، فإن خسر خطه معيه دول عتدب، أثناء وصفت  
 بنظوره، نلاحظه التي ندرج خلالها مفهوم الملاحظه ومعها دلت لصور و«اللامعصور» مرتبط  
 بالنسمة الكوانتية، إلى خصص بالظروف الملائمة التي تختلف من حده إلى أخرى

برم ما يقدم نتائج مهمه فمن جهة، لا بد عد تحديد حانه منظومه فيزيائية،  
 بواسطة المفاهيم الاعادييه، من عنصر نظرف عن كل بدخل حارجي وهد بانصط، ما  
 يؤدي، طبقاً لخصائص نسمة الكوانتية، إلى تقضاء قضاء معرف عن كل امكانيه  
 للملاحظه، و«خصوصاً إلى فرع المكان والزمان من معاه سائر ومن جهة أخرى لا بد  
 من نسيم بوجود تفاعل بين المنظومه المدروسة وأدوات بقياس المخصصه - وهي لا بشكل  
 جزءاً من دلت المنظومه - لكي تصبح استجابه ممكنه وهد بانصط ما يجعل من المستحيل  
 عتدب، نسب طبيعيه لأشياء نفسها، عتدب تعريف وحده لاله خاله دلت المنظومه، وهد  
 أيضاً ما يجعل نسيم، بمجابه الاعادييه تصبح غير ذات موضوع

وإذا فحص مبرمون، راء هذه النتائج، بإجراء تعديلات حثري على فهمه للعلاقه بين  
 الوصف مكاني الزماني وبين النسيم، إلى الوصف المكاني - الزماني (= أي استجابه في  
 الزمان والمكان) من جهة و نسمة من أخرى، برم - ينتج إلى ما يعطي لكل من ملاحظه  
 وتحديد صورها النموذجيه ومعنوه - تجمع بينها خاصيه مميزة بنظريات الكلاسيكيه،  
 هده في حده - جوهر النظرية تكوينة نفسها بفرص عتدب لاكتفاء فقط بالنظر إليها  
 بوصفها مظهرين متكاملين، وفي ذات الوقت فهي حدهم الآخر، هي مظهر - متكامل بها  
 صو - ينتج لتجريبه

وهكذا فيد كد حدس منظوره، وهو يعتمد في - و حده على مبدأ نسيمه والنسمة به

المكاني - البرماني، حدى مكثف مع هدفه، فإن نظرية الكوانية قد كشفتنا عن أن المسبب في ذلك إنما يرجع إلى صانه تأثير كوانوم يعمل إذ ما هي أنواع التأثيرات الأخرى لكي تعمل فعندما في ادراكات حسنة العاديه، تمام مثلاً أن نظريه نسبته قد كشفتنا عن أن ذلك الفصل التام الذي يقوم به حواسنا بين البرمان من جهة، والمكان من جهة ثانية، إنما يرجع بدوره إلى صانه السرعات النسبيه العاديه بالقياس إلى سرعه الضوء

نخلص مما تقدم إلى أن وصف الظواهر البديريه حسب مقتضيات مستخدمه الكوانيه، يتطلب منا اثناء «نظريه تكامله» تعالج فيها مسأله عدم التوافق بين وجهه امكانات التعريف مع امكانيات الملاحظه. إن هذا التصور التكاملي يفرض نفسه أيضاً في مجال حريريه مع الصانع المدوج للظواهر قبل دوره في صدى الكوانا بقصد بذلك الضوء والحسيات ماديه الأوبيه بعد سوس نظريه الكهروضوئيه أن قلعت وصفاً مريضاً لاشعاع الأشعه الصوتيه في البرمان والمكان، كما تمكن مبدأ براكات الأمواج من تفسير ظواهر التداخل في الصراخ وخصائص الصوتيه للماده، سواء سواء، تفسيراً واضحاً شاملاً غير أن التفسير الدقيق عن حيط الظاهره وعن ديدنا التداخل بين الماده والاشعاع كما ظهرت في الظاهره الصوتيه الكهروضوئيه وفي مفهوم كميون، استلزم الرجوع إلى فكرة القويون كصاعه استثنى هذا لتافهض البديري ( بين التفسير بالانفصال والتفسير بالانفصاف) أنى، في وقت من الأوقات، إلى اثره لشكوك حول مبدأ البراكات، وحول صحة نظريات الصافه والسفع وبكها شكوك مرعول ما سادت بعض الحارت ساشره

لقد أثبت هذه التطورات استحالة وصف الظواهر الصوتيه وصفاً يعتمد في ر واحد، سبه والتحديد المكاني البرماني إن سسمة لكونيه يفرض علينا الانحدار على الوصف الاحصائي عندما ندرس قوانين انتشار الشاط الاشعاعي في المكان والزمكان. أم إذا أردنا تطبيق مبدأ سبه على الظواهر الصوتيه العرديه، فإن كوانوم العمل ملازمه لهذه الظواهر، يفرض علينا، بالعكس من ذلك، انحنى عن التحديد المكاني البرماني، والأسره لا سعن أبداً بالاعتماد بين شيئين مستقلين إما النسبيه، وبين التحديد البرماني - المكاني، كلا، فمسأله بالعكس من ذلك تمام، فالتصور اللوحي والتصور الحسياني لصبغه الضوء، يشكلان محاولتين بقصد منه نكييف الظواهر النحريه مع حدى في صورته العاديه، محاولتين نجد فيها تفاهيم لكلامسكه نوعين من سعي متكاملين

أما نسبته إلى الحسيات الماديه، فإن الدراسات التي سوت خصائصها كشفت هي الأخرى عن نتائج مماثله هناك تجرت عدده معروفه ثبت فردنه الحسيات الكهروضوئيه لأوليه عبر أن تفسير النتائج حصله التي تم التوصل إليها مؤخر في هذه المجال، وحصول منها انعكاسات الالكترونيات على أسس البعدى بطريقه انتعاجيه، فطلب هو لآخر النحوي إلى مبدأ براكات الأمواج كما بين ذلك بوي دويري وهكذا نجد سبب هذا تمام نفس الوضعية بين وجهه قبل، في ميدان الضوء

ولنتيجته هي أنه لا بد أن نجد أنفسنا أمام ما قد خرج إذ نحن نمسك بانفاهم



لكلاسيكية، فلا ماضٍ لنا من اعتبار هذا ما رأى واقعة عبر ميسرٌ دقيقاً عن نتائج تحليل  
المعطيات التجريبية. فالمسألة هنا لا تعني وجود تفاصيل، بل الأمر يتعلق بتصويرين مكملين  
تشكلان، مجتمعين، شعبياً طبيعياً لطرفه بوصف الكلاسيكية. ويجب أن لا يغيب عن  
أذهان عدد مناقشة هذه القضايا من وجهة النظر التي يدافع عنها هذا، أن الإشعاع في الفروع  
وكذا الحساب المديهي المنفردة بسبب في واقع الأمر سوى بصورتين تجريديتين، لأن خصائص  
دلت الإشعاع وخصائص هذه الحساب لا يمكن تحديدها أو ملاحظتها معزولة. وبما يمكن  
ذلك، فقط خلال مدخلها مع منظومات أخرى حسب ما تنص عليه أسلمة الكوانتية. ومع  
ذلك، فهذه التصورات لتحريده ضرورية ضمن النتائج لتحريده في مسأول حدث كما هو  
في صورته العادية

لقد قامت مناقشات كثيرة، منذ وقت طويل، حول صعوبات التي تحول دون تطبيق  
النسبية والسحب المكافئ الرمزي في إطار النظرية الكوانتية. وبعد تم مؤخر أقرار هذه  
الصعوبات باستعمال طرائق رياضية زمرية. وقد ناقش هيرنرغ عدم توافق هذه الطرائق في  
أعمال قام بها مؤخر، وفي هذا المجال بكيفية خاصة على وجود نوع من التلاعب يؤثر في  
فاس جميع المتادير لدريده<sup>٢</sup>

١. من وجهة أنس ميكانيكا بالصورة التي شرحها، وبما تذهب إلى حد نقد  
فكرة تقسيم لغيرياتي نفسها، لا تقتصر أهميتها الهندسية على وصفه لوصوح عن نظرية  
بدونه، بل إنها تحدث، فضلاً عن ذلك، تحول أعمال أوي لمناقشة مشاكل البوبوحياس من  
وجهة نظر لغيرياته. إن هذا لا يعني فقط أن نجد في نظره اندريه ما يشبه خصائص  
الأحسام فيه بأوسع مما نجده في لسانج غيريائية العادية. ولكن يجب أن ندكر أن  
التصويرين الخاصين بالعميمات والتطورات بدريه التي لا تصل الوصف أنسي ميكانيكي  
وتعمل فقط وصفاً تكاملياً، هي أي تصويرين ضروريين، على الأقل، لفهم أنه الحية، مثل  
ما هي ضرورية لتفسير خصائص الأحسام المتعصمة

ونكن يجب أن نسه إلى شروط التي تتم فيها الأبحاث البوبوحيه، والشروط  
التي تجري فيها الأبحاث بدريته بسبب قابلية للمقارنه بكيفية مباشرة، ذلك لأن ضروره  
لخصاط على الحية في الأبحاث لأوي تسلم الوفوف في السحب عدد حد معين، الشيء، الذي  
لا يفسد به الأبحاث الشيء، بل يستعمل حيوية، بكن تأكيد، إذا نحن حاولنا الذهاب بعيد  
في درسه حوسه إلى الحد الذي يمكن من تحديد دور بدريه في وظائفه الخناسه  
والنتيجة هي أنه لا بد في كل تجربه تجريده بحرية على التكاثبات الحية من وجود نوع من الازدواج  
حول شروط بدريته التي يخصص لها هذه التكاثبات. وهذا ما يحدد على الفور بأن ذلك  
حد الأقل من الخبرة التي نحن مدمسوك كمنحه للأحسام الحية عند إجراء التجارب

Niels Henrik David Bohr: *La Théorie atomique et la description des phénomènes* ٢١،  
quatre articles précédés d'une introduction par Niels Bohr (traduction: André Jégro et Léon  
Rosenfeld) (Paris: Gauthier-Villars et cie 1932) pp 50-54

عليه - يكفي تمام جعل هذه لأقسام تحمي عد، بشكل من لأشكال، سر هـ لأخره

ومن هذه الوجهه من النظر يجب أن نطرح بل وجود احياء كوقعه اوبه لا يمكن تأسيسه على أية واقع أخرى، ومن ثمه يجب أن نحدد كتفه بطلاق البيولوجيا، تمام مثلي أن وجود كرتوم الفعل، ذلك المظهر اللاعقي من وجهه نظر انكسك لكالسيكية، شكل هو والحسيات لأولي، لعمده لأساسه الي مركزه عليها بغيره لدره، ب أطروحة الي نفوس، ناسحاله تفسر الوظائف الحيويه بفسير فيزيائي - كيميائي، يمكن هذا حتى أن يعاين بيها وبين الأطروحة الي نفوس بعدم كفايه التحليل ميكانيكي بفسر، سفسر، اسرار ١٢

٥ ومنه بدأ بكم أن هذا بفسر، ندي عرقه المصنوع، بكن موقوف، فاب مياكد من أن كثيراً بكم قد تبهر إلى الشبه الواسع بين الوصية الي بعرفها دراسه بفسر لدره حبيب، كسسي ان وصفها، وبين المظاهر الخاصة بكن ملاحظة في علم نفس والواقع أنا لا نحاف لنبوت ب قلد، ب ما بغير علم نفس بفسر بفسر هو أنه جاء كرد فعل ضد المحولات الي يقوم بتحرة التحرة لبيولوجيا، بل عاصر أوبه بكن جمعها بعد ذلك كس تجمع معطيات الفياس في بفسر انكلاسيكي، ندي أنه من اسجيل الفصل في الاستقلال فصلاً واضحاً، بين المظهر انفسه الي شكل نوعي، وبين ادراك نوعي هذه المظهر وعن الرغم من أنا بفسر أحياناً ب ساهبا مركز كنه حوب مفسر معين من مظاهر التحرة البيولوجية، بوب صره، فاب المخصص لدمس سفسر ما بكتشف ب الأمر بعلق بوضعين بفسر إحداهما لأخرى إنا بفسر جميع وهذا ما عرفناه بعد وقت طويل - أنه علم بفسر تحليل المفعلات الخاصة بكف فوراً عن لإحساس بفسر وعلى أن بفسر بأن ثمه بين بفسر انفسه لي بطلب وصفها استعمال كلمات مثل «أفكار» و«عواطف» علاقه بكامل شبيهه تلك الي بفسر بين التجارب على بفسر الدريه

بفسر موضوع بفسر أكثر، ولناول لأصده الي بكن أن نتردد هذه لوجهه من النظر في مجال مفسره لصفاف البشرية لمحتبة ونشر أولاً إلى لعلاقه انكسك الوصفية انكسك من بفسر الي بفسر «عريه» وبفسر بي بفسر «عمل» في بفسر الكائنات احيه

وإذا بفسر بين لعريه والبفسر، فإنه من الضروري لاشاره إلى انه لا يوجد أنه فكره - في بفسر لشري - بوب اطار من المفاهيم بفسر بواسطه بفسر بفسر على كل بفسر أن بفسر من بفسر ولا بفسر هذه المفاهيم على بفسر بفسر من احياء العريه فقط، وبفسر بفسر في علاقه بفسر مع السلوك العريه الموروث بفسر بفسر كل بفسر من هذين بفسر بفسر أحدهما الآخر

Niels Henrik David Bohr «Lumière et vie», (conférence de 1932) dans *Physique (٣) atomique et connaissance humaine*, traduction: Bauer et R. Omnes (Paris: Gauthier Villars 1972), pp. 7-11.

وكي فنت سلف فإن نظرية لنسة يمكن ان تبين اعادة كبرى فهي عممت على النظر  
 وأكثر ما يمكن من موضوعه الى العلاقات لفائمه بين مختلف ثقافات (= مختصرب)،  
 نشريه، والتي تشبه الاختلافات التبادليه الفائمه بين، من عدة وجوه، مختلف الطرق  
 لمخافته ( المستويات بم حجة) التي يمكن ان يوصف بها التباين الفيزيائي ومع ذلك فإن  
 هذه الفهمه بين مشاكل نعوم الفيزيائيه و لعوم لانسانيه هي محال تطبيقي عديد وبعد  
 أدب حيايمه فيها إلى بعد حوهر نظرية لـه ذاتها ذلك لأن وحده الصور انسي  
 سبزم - بالصنف أن يكون في امكان كل مر قف ان يوقع ويسأ في طار بصوره خاص  
 كيف سيعمل ملاحظ آخر على تحديد تجربته داخل الاطار لخاصه به ان للعائق الأساسي  
 نبي نحو دوت ردوب انظر إلى علاقات بين مختلف لثقافات نظره حايه من كل حكم  
 صو، هو نيت الاختلافات العميقه بين الأصيات والخصاي التي تؤسس، في كل مجتمع،  
 وحدة الموقف من حياه، وهي اختلافات تمنع كل مقارنة بسيطة بين هذه مواقف

في هذه السياق نر وجهه النظر الكاميه، قبل غير ه، كوسيله تمكن من لسيطره على  
 لوضعيه ذلك لأنه عديم لدرس ثقافات لتي تختلف عن ثقافات، نحد أنفس أمام مشكلتي  
 خاص، من مشاكل الملاحظة، مشكل سدو، عديم نظر إبيه عن قرب، قريب شبه حدا  
 بنشاكل لدرجه أو سيكولوجية التي نحول فيها لمدخل بين الموضوع وأدوات قياس، أو  
 عدم امكانيه الفصل بين المحتوى الموضوعي و نداد الملاحظة دور التطبيق المباشر  
 نمو صعوبات المعونه نتي كيف مع حوار بيومية

وكما أن سيعمل في لغيره لدره مفهوم الكامليه ليعبر عن علاقته التي نعوم من  
 حوادث بحرية، لخصص عليها بواسطة تأييمات تشبهه فباسيه مختلف، نيت بعلاقات التي  
 لا يمكن وصفها خدس، لا بواسطة صور يعني بعضها بعض، فكذلك حتى ل النظر الى  
 ثقافات المحيطه موضعها ثقافات مكافئه في ه بينها ٤



على صعيد التجريد وهكذا في استخلاص مفاهيم أساسية من موقع مفاسد، ثم منطوق عملي لأحداث وانحرف، ثم كسب نظرية ارتباطية، في مرحلتها تكميلية لتي تسد من بدء النهضة في نهج العشرين، من بناء ذلك نصح خجل الذي يعرفه جميع الناس ثم شئت في ب نظرية ارتباطية هذه قد اضطرب و عدم انجابه بظهر الكيمياء نظور، فركته عاصف فلسف، ونكها- في مقاس ذلك كانت قدره نصح على نسو الصحيح بالحدث الفيزيائية التي تجري في نسو الشري وهكذا بم سوصل، بوسطه الاحوال لحيدي سمفاهيم مستخلصة من الحياة البشرية حيزه، في بناء نظرية فيزيائية كانت تدور قدرة على وصف نصح هي يدركها مباشرة، وصف ب

وعند ك من ن لوقائع لأداسية بي سحبت بده لتقدم هائل بني عرفه الفيزياء من نصف قرن<sup>٢</sup>، هو ب كرت هائل كيم يعرف، على دراسة سطوهر عن نسو اندري وعقدار ما كانت سحارت لدقيقة سمح بالعدد أكثر فأكثر إلى حد البعد- بدري، وكشف فيه عن حداث عربية وعبر موقعة، مقدار ما أحد سطور بجهود في عطيظ الافكار وعرف لا يتدال، التي حصف بجايد كيرا عن نسو ميكروسيكوي، تشمل هذا حدان الحديد ويبدو أهم لم يكونو يرباوس، بدافع العرف بلا شئت، في مكينة القديم بهذا لمعطيظ وحتى سنة ١٩١٣، أي في وقت كان لا بد منه من أن يحمل كشاف الكواكب ووصوح أهميتها للعلم، انعين بالأمم، على التزام بعض الحدرد، كان معظم الفيزيائيين الذين تحمسوا، وهم على حق، بسمودج اندري الذي قد به ب. ب. بنصفون وكأهم يسمو بهذا السمودج تلياً حرفياً، بد صبح القول لقد كانوا يتصورون، وربما مع شيء من السداحة، أن الإلكترونات الدقيقة بدور فعلا وواقعا، داخل اندره حول ب. موحدة مركزه، وعلى مسارات مصبولة، بحسب قوانين الحركة هي من جس النوب لتعبيديه المعمول ب في الميكانيكا الكلاسيكية وكى هو معروف، فقد رفض هذه الإلكترونات السانحة داخل الدرة أن يرسم مسارات أخرى عبر تلك التي سمح ما ب قواعد لكواب ولم يكن ينظر إلى هذا، ولا كمجرد شئ لامكانات البوقع التي تتوفر عليها ميكانيكا كلاسيكية، استشاء لا يستلزم قط مراحمه قوانينها وبصور ب ومن اعرب أن السيد بور كان هو نفسه أول من أحس بضرورة التحفظ من السمودج الذي فرحه بعد أدرك من البدي أن بعض حصائص هذا سمودج تشبه إلى حدوره لقدم بمراحمة كامه بنصفهم الكلاسيكية وب وجود محطيات قاره<sup>٣</sup> في الدرة، موضوعه بشكل ما خارج الدمان، ثم إن استجابة تتبع المقربات الفحائية التي تجعل الدرة نفس من وحاله قاره<sup>٤</sup> في أخرى مماثلة، كل ذلك قد أوحى له بكمرة عميقة مؤد ه أن لوصف الكامل لنظور ميكوسه على امسوى لندري يتطلب، من بعض النواحي على الأقل، محور لا طر كلاسيكي بلعكس ولزمان ولتعاي عليه إن جميع مراحل التقدم التي عرفها، حديث،

(٢) كتب بزي دوروي هذه المقالة في بداية الأربعينيات من هذا القرن

(٣) نظر الفصل الأخير من هذا الكتاب

الطربات الكوانتية تؤكد هذا خدش، ويكشف عن أن المفاهيم الأساسية، التي يقوم عليها الفيزياء الكلاسيكية، ليست مؤهلة، بدرجته كافية لوصف الظواهر على المستوى الذري، وصف ميكروسكوبي.

ولحق أنه كان من قبيل المحاربة وعدم انروي الاعتماد بأن لتصورات المسحله من تجرب احسية تمكن ان تصبح ساهمها، وفي الحين، للاستعمال في مسوى يحلف اختلاف كبير عن مسوى اذرك الحسي، لقد كان من الوصح مفسا أن مفهوم الحسيم الذي تصوره كاقصى ما يمكن خصوص عليه بالحرید من حبه برمن، ول مفهوم القوة الذي تصوره كاقصى ما يمكن الحصوص عليه بالحرید من بالجهود العصلي أو من بوس الرمدك، لقد كان واصف أن مثل هذه المفاهيم لا يمكن أن تمثل شئ حقيق داخل لدره غير أن اسية لأساسي، الذي م يكن متوقفا فقط، والذي كشف عنه مقدم البحث في ميدان الكوانسا، هو ان مفهوم المكان ومفهوم الزمان، مثلها مثل مفهوم الحسيم ومفهوم القوة لا سطلفان بدورهما، اطلاقاً تاماً، على الصواهر ميكروسكوبية. إن فكرة المكان الفيزيائي ذي ثلاثة ابعاد، والذي شكّل إطاراً طبعياً تتوضع فيه جميع الصواهر الفيزيائية، ثم إن فكرة الزمان الذي تتشكل من نتاج الحظاظ، والذي تصوره متصلاً ذا بعد واحد، هم فكرتان مسحلفتان من التحرك الحبه، بواسطة عمليات التحريد والاحزال مماثلة لثبات ابي تعود من حبه الزمل إلى لعظه المادنه أو من المجهود العصلي إلى القوة. ومن دور شك، لقد سبق لنظرية النسبة أن كشف ان عن أن مكان والزمان في إطار واحد ذي أربعة ابعاد، هو إطار المكان - الزمان، وأن تكيف هذا الاطار لوجود في مكان وزمان مفصلي، أمر يتعلق بكن ملاحظ ومع ذلك، وعن برعم من ثك «دقة التي عرمتها لميزياء عن الكوانسا في دقة بطورها، فإن موضعها الأشياء في المكان والزمان، بتعيين موقعها وتحديد خطه حدوثها، كانت م برال تحتفظ بالنسبة إلى كل ملاحظ معي واصح فهم لوصرح ان هذا لم بعد تمكن في الفيزياء الكوانتية حيث يظهر حيناً أن إطار المكان الزمان (الذي قائم به نظريه النسبة) بعدد هو نفسه في المسوى الذري حرماً من قبحه لقد أنشأنا هذا الاطار في اذهب سطلافاً من درامة الصواهر التي نلاحظها مباشرة حول، من ثك الأشياء المألوفة لدينا بسب كونها في مستوى حيزب الشرية. بواسطة أشياء من هذا نوع كلمر ولدعه، نفس خد اثبات المكان والزمان غير أن الصواهر التي نلاحظها بكنية مباشرة، هي في الواقع صواهر حصائية دوماً، طوهر تشكل مصداقها ونحبيب من عدد هائل من الصواهر بذرية الأوية. إن الأشياء المألوفة لدينا هي دوماً اجسام بقية حد ناسسه إلى الحسيمات الأوية جي تبايف منها عاده، إنها اجسام ذات كتل كبيرة حد إلى درجه أن كونهم لعمل لا يسوي شئ إرءه. ولدلت كان اصار مكان والزمان (الفيزياء الكلاسيكية مسيه صعب على هذه ملاحظة) لذي شأنه لذهب بكن به الصواهر والأشياء التي هي في مسوى حياز لشرية، يبدو كم أنه طر مسحل عن ثك الصواهر والأشياء التي تحمل به حبه. هذا جعل طر المكان والزمان يبدو ساء، في مديه الأمر، كإطار ذهبي مستعمل عن عروء، وديت إلى درجه أن أصعب تصور هذا الاستعمال كشيء أكيد وطبعي كذا، ثم هدت على اعصار مفهوم مكان ومفهوم زمان كعكبرين قطريين قديين.

أما ليوم وعلى ضوء لسطريات لكونيته، فيبدو أنه م المصوري لعدوب عن هذا  
 ان تصور عدولا نأما هي مستوى الظواهر الدرية، وهو مستوى دقيق جدا إلى درجة لا يجوز  
 معها افعال تأثير كواسم العمل، يصبح لتحديد الدقيق لشيء في المكان والزمان غير ممكن  
 بدون الأخذ بعين الاعتبار الخصائص الدينامية لذلك الشيء، وبالأخص به كنهه فإذا  
 أمكن أن نحيل ملاحظاً مكرومكروب (والواقع أنه لا يمكننا ذلك، لأنه كيف ستكون  
 أعضاؤه حسية) يقوم بأبحاثه داخل منظومة درية، فإن مفهوم الزمان والمكان ربما س يكون  
 هما بالنسبة له أي معنى، أو على الأقل لن يكون هما بالنسبة إليه نفس معنى الذي ندي به نحن  
 عموماً. ولكن نحن البشر، نحن الذين لا نستطيع أن نلاحظ سوى انعكاس نشاط الدري  
 على الظواهر لبي على المستوى البشري، نحن الذين نضطر إلى موضعه ملاحظات في إطار  
 المكان والزمان، وهذا شيء طبيعي تماماً، نحصل على بناء نظريات حول الظواهر الدرية  
 والكونية في هذا الإطار الذي أنشأه، لنسي لا تصور فقط إمكانية لاستبعاد عنه سماء  
 تان، بل رغبت في ادخال هذه الظواهر الأولية في إطار المكان والزمان، لا طر ندي لا  
 يصلح فعلاً إلا عندما يتعلق الأمر بوصف احصائي يعتمد على متوسطات احصائية لعدد  
 هائل من هذه الظواهر؛ بل رغبتنا بذلك، قد جعلت مصطلح ب «علاقف لارتباط الشهيرة  
 التي صاغها هيربرغ. إن هذه العلاقات التي هي بمثابة العلامة التي تشير إلى الحدود لقصته  
 بين قصتين، قد جاءت لترسم حداً لصلاحية المفاهيم الصديقه لبي ألساها وعندها، ثم  
 سمما من لنسك بذلك الاستقلال الذي كان ندو لنا واصحاً، استقلال الزمان والمكان  
 عن الخصائص الدينامية للكائنات الفيزيائية

ب الفيزياء الكونية الخمسة ستكون ندون شك فيزياء يكون في مكانها، بتحديدها عن  
 فكرتي الموضع والخطه الزمنية. ولشيء، وجميع ما يشكك حدسا اعتادي أن منطق من  
 مفهوم وفرضيات كواسم محض وارتفاعها بعد ذلك، إلى الظواهر الاحصائية على المستوى  
 الماكرومكروبي، ينكشف ب عن «كيفية انقي يمكنها أن ينشق من مواقع الكوانتي على  
 المستوى الدري، وبوسطة حساب متوسطات إطار المكان - الزمان الصريح على المستوى  
 انشري ولكن هذه الفيزياء ليست، دون شك، على ذات فوسير أو أدن، انها ستكون  
 بعيدة عن حدود الحسية إلى درجة يصعب معها علب أن تصور كيف يمكن البناء في  
 شأنه ليوم مع بعض خطوط في النحاحه

## ١٢ - النزعة الاجرائية : التزامن في نظرية النسبية<sup>(١)</sup>

### بريدغمان

فتح نظرية النسبية، مثلها في ذلك مثل النظرية الكوانتية محالا واسع مراجعته لمفاهيم العلمة وبمقدار، مما أدى إلى قيام اتجاهات إبستمولوجية جديدة، ومحاولة الاجتهاد بمعية استعمال الكشوف العنيفة لمبادئ وقبوعه الاجرائية Opérationnisme التي سرعها الفيزيائي الأمريكي بريدغمان (٨٨٩ - ٩٦١) من الاتجاهات الوضعية الجديدة في ميدان الفيزياء ومنها أكثر الاتجاهات 'وضعية نظرية' ذلك لأنه إذا كانت الرعة الوضعية عمومًا لا تعرف إلا بالظواهر، فإن الرعة 'لاخرية' لا تعرف إلا بالظواهر التي يقبل بقياس ومعرفة انتمية في تصورها نسبة وغير يقينية وهي تلج عن أ، تكون مفاهيم العلمة مفاهيم 'جرائية'، يعني أنها لا تقدم به معرفة ولا أي يقين عن الواقع إلا ما كان منها يومر على مظاهره في التجربة، وبالتالي فهي مفاهيم نسبية طريقه القيس لا مفاهيم الشيء الذي يقينه وكذلك تعريف الاجرائي، فهو تعريف ينسب طريقه التي تحدد بها الشيء أو يعرف بواسطتها عن علاقاته بغيره من الأشياء، مماثلة، لا حقيقة كشيء في ذاته.

هذا أن الفيزيائي المعاصر مضاع بأنّه يستحيل عليه، استحالة مطلقة، التسيؤى وتجاور محل تجربته الزاهي، فإنه يتحتم عليه، إذا أراد تجنب مرجعه موقفه باستمرار، أن لا يستعمل في وصفه لمطبيعته إلا المفاهيم التي من شأنها أن لا تدفع بحرست جديدة إلى رهن وتقييد بحرست بلقيته ب، هذا، في ما يبدو لي، هو ما يشكل لعطاء الأكبر الذي قدمه يشين للعلم وعنى الرعم من أنه لم يتم هو شخصاً بوزار هذه الحقيقة أو لتعريفها صراحة، فإن اعتقد أن درامته أعينته العلمة مدنا على أنه قد أدخل فعلا تعديلا جوهريا على تصوراته هي عليه، ولك يجب أن يكون عليه، المفاهيم المستعملة في القراءات وإلى هذا العهد - عهد هبستين - كان كثير من المفاهيم الفيزيائية تعرف بواسطة حصص نصفي وأحسن مثال على ذلك، هو ذلك لتعريف لدي أعطاء ميوس بمرمى المطلق والمقره لتاليه المقتسنة

(١) Percy Williams Bridgman: texte rapporté par Robert Blandé *La Méthode expérimentale et la philosophie de la physique* collection U 46 (Paris: Armand Colin 1969) pp 274-278



من «تعريفات» جزء الأول من المبادئ (= المبادئ الرياضية للمعنى الطبيعي لبيوتن) ذات دلالة خاصة في هذا الصدد

«سرمات» ذلكم وحل والخبركة مفاهيم يعرفها الناس جميعاً، فلا حاجة إلى تعريفها. ولكن غريب أن نلاحظ أن الناس، عادة، لا يتصورون هذه التقادير إلا من خلال علاقاتها بالأشياء الحسية، مما يسج عنه عدد من الأحكام المسخ، يتطلب سديدها تمييز في هذه التقادير بين ما هو مطلق وما هو نسبي، بين ما هو حقيقي وما هو ظاهري، بين ما هو رياضي، وما هو عامي. لرمات المطلق، الحسبي والرياضي، واندي لا علاقة به بأي شيء خاصي، يسا بتتقدم ويسمى الديكومه»

هد في حين أنه ليس ثمه قط ما يؤكد أن أنه يوجد في لطبيعة شيء له مثل هذه الخصائص لي يصر عليها هذا تعريف وعندما يبي لغيره على مفاهيم من هد النوع، ولها نصيح على مجرداً تمام، بعيد عن سوافع، كسل ما هي مجردة ويعتق عن الوقع، هندسة النظرة التي تشده الرصاصون، على مجرد مساهب ومن وحب انعم التحريبي لكشف عي إذ كنت ناعهم معرفة هد الشكل ناعلها شيء من أشياء الطبيعة وعدياً أن يتطر دوماً ما سجد - عدم يقوم بدت - أن هذه ناعهم لا ناعلها شيء في الطبيعة، أو أن لا يقوم بها ونس أشياء لطبيعة سوى تناظر حرني وإذا فحصنا، بالخصوص تعريف «رمات المطلق على صوء لحره، فإنا من سجد أي شيء في سبيعة تمثل تلك الخصائص (التي نسبها إله بيوتن)

ب. موقف الحسبي الجديد إراء المفاهيم تختلف عن ذلك تماماً، ويمكن أن شرح هذا بأحد مفهوم الطول كمثال وإذا نعه بطول شيء من لأشياء (من الديني أن يعرف ما نعيه بالظن)، عدم يستطيع لاحذر عن طول شيء من الأشياء، أب كان هذا الشيء، وهد هو كل ما يريد الفيزيائي لخصون عليه ونحسون على طول شيء من الأشياء لا بد من انهم يحرء ب معه، ونالتي هين مفهوم سطون يتحد عدم تتحد الآخرء اب التي توسطها نيس لظون وبكيفية عامه، ما لا نعي مفهوم ما شيئاً آخر سوى مجموعه من لاجرء ب. ب. المفهوم ومجموعه لاجرء اب التي ساطره مرادفان

ولا بد من لحرص على أن يكون مجموعه لاجرء اب التي تكافأ مع مفهوم مجموعه وجيده، ولا وجلد أنفس عند انطبع العمل أمام أسوع من العنوص تمكنه لا يستطيع سكوت عنها

وإذا نطق على الرمات المطلق هد سوع من نفهم بالمفهوم، فبب سجد نفس عمر تقادير على فهم ما بد ن عنه عباره «الرمات المطلق» لا إذ كذا نعرف كيف نعمل لاجديد رمات المطلق لحدث مسحص، أي إذ كذا يستطيع هانس سرمات مطلق هد في حين أنه يكتب مخصص محدد لآخرء اب التي بإمكانه نقيام ب قياس سرم - حي من أن هد لجرء اب نسيه، وأنسيحه هي أنه لا بد من نفون ب. الرمات مطلق لا وجود له، كي صرحا بذلك قبل سكتفي بالقنون أن عباره «سرمات مطلق» لا بد من على شيء، وجرء عدم

بصوغ هذه تعوي، لا تأتي بأي جديد يخص الطبيعة، ولكن في الأمر هو أن منصف لصورة  
عن ما هو متضمن في الأجزاء الغير بانه التي بواسطة نفس برهان

ووضح أنه إذا تبين هذه بوجهه من النظر، لخصت على تعريف مفاهيم بواسطة  
الأجزاء المنعفة، لا بواسطة الخصائص ذات من تعرضت إلى خطر من جهة موقف  
الطبيعة ذلك لأن عرض على وصف التجربة بواسطة التجربة، يجعلنا نلاحظ قائم  
ببصيرة، بين التجربة والوصف الذي يعطيه هو أن يكون هناك قطعاً بصفاته، كما  
كان لشأن من قبل عندما كنا نحاول البحث في الطبيعة على المسودح الأصلي برهان منطق  
الذي كان به يوضح، وإذا تذكرت في جانب ذلك، أن الأجزاء التي سطرها المفهوم  
الغريب التي هي جزء من فيزيائية معينة، فإن المفاهيم لن يعرف إلا في حدود التجربة لقاعدة،  
أما خارج هذه الحدود فمستحيل غير معرفة أو معرفة من معنى واضح عن هذا، ونحن هذا  
نعي ما نقول، إن لا نستطيع قط قول شيء ما، عن المخاللات التي لا يعطيه التجربة، وأنه  
عندما نحصل ذلك، الشيء الذي لا يمكن تحييه، قد يكون سوى نوع من المد (المعطى)  
فإن على المصاحفة والاصطلاح، ويجب أن يكون واعين تماماً على أنه مجرد مد عشوائي، وأنه  
لا شيء برره إلا التجارب التي تظهر أن يسمح بها المنطق

ومن المحتمل جداً أن لا يكون إيشتين ولا غيره قد عثر بطريقة واعية عن هذه التجارب  
التي تحدث عن بخصوص استعمال المفاهيم ولكن، أن يكون ذلك هو ما حصل بالفعل،  
فهذا ما برهنه، في نظري، فحص الكيفية التي يستعمل بها إيشتين وغيره، لمفاهيم  
الفيزيائية ذلك لأن البحث عن المعنى الحقيقي لكلمة من الكلمات يجب أن يصب على  
ملاحظة ما فعله تلك الكلمة، لا على ما يقوله عنها. ونكي نرهن على أن هذا القول، هو  
المعنى الذي بدأ يستعمل فيه المفهوم، مستخلص، بالخصوص، الكلمة التي تعالج بها إيشتين  
مفهوم التزام Simultanéité

بعد كان مفهوم التزام يعرف من إيشتين بواسطة الخصائص، فقد كانت المخادعات  
بوصفها، عندما يراد لها علاقتها في الزمان، بأن الواحد منها، إما سابقة على الأخرى،  
وإما لاحقة لها، وإما أنها معاً مترامتان. وهكذا كان التزام بسطر إليه كخاصة حادثتين  
توجدت بمفردهم ولا شيء غير ذلك. فالمخادعات إما أن تكون مترامتين وإما أن تكونا غير  
مترامتين. وكان استعمال هذه الكلمة بهذا الشكل مبرراً بكونه كان يبدو وكأنه يصف فعلاً  
متلوك أشياء حقيقية. وبدني أن التجربة في ذلك الوقت كانت محصورة في مجال ضيق  
ولكن عندما أصبح مجال التجربة، أي عندما أصبح تساو، مثلاً، السرعات المنعفة، بين  
أن هذا المفهوم لم يعد يتطابق معها، لأنه لم يكن هناك في التجربة أي شيء يستجيب هذه  
بعلاقه انطلقة بين حادثتين. وحيث أن إيشتين مفهوم التزام بالهد والخصائص وقد  
تركز هذا لفهم كيفية خاصية على بيان أن الأجزاء التي تمكنا من وصف حادثتين  
بالزمان، تسير في ملاحظ إجراء حساب عينية، وهذا يعني أن «الزمان» ليس فقط  
خاصة بمحدثتين وحدهم دون غيرهما، بل إنه يجب أن يشمل أيضاً علاقه الحادثتين مع  
الملاحظ وبالتالي، فيما دعنا لا نتفرع عن دبل من التجربة بشعكس، فلا بد من

النسب إن انبرامن بين حادثتين موقوف على علاقتهم بملاحظ، وكيفية خاصة على سرعتها  
بأسسه إليه وهكذا فمن خلال التحليل الذي قام به إيشين فحتوى مفهوم سز من،  
وبكشافه للأهمية الأساسية التي تكسيها نشاط ملاحظ في هذا المجال، يكون قد بين وجهه  
نظر جديدة في ما يجب أن يكون عليه مفهوم في التغيير، يعني بذلك وجهة لنظر  
لآخر له

نعم، فقد ذهب إيشين إلى أنعد من هذا فقد بين بدوره كيف أن الأجزاء التي  
تمكن من حكم على وجود امر من، بعد تأسيسه على الملاحظ الذي يتحرك، ويوصل إلى  
اليجاد صيغته كميّة تعبر عن تأثير حركته بملاحظ على الرمز لسيحي شخص متعددين ولتذكر  
ها بين فوسين أن هناك حرية كميّة في اختيار لأجزاءات، أساسه ولأجزاءات التي حذر  
إيشين راعى فيها جانب البساطة والملاءمة مع لأشعة لضوئية وبعض لنظر عن لعلاقات  
الكيميّة الدقيقه التي صاغتها نظريه إيشين فإن المقطع المهمة بالنسبة إليها، هي أنه لو أن  
سينا وجهه النظر الأخرائية، لممكنًا، حتى قبل اكتشاف نطوهر الفيرنابيه المعروفة اليوم،  
من معرفة كيف ان الر من مفهوم نسبي أساسا، ولاحتفظ في أذهننا بمكان هذه لنائج التي  
نمّ اكتشافها في ما بعد

## ١٣ - نقد الاتجاهات الوضعية<sup>(١)</sup> (من وجهة نظر ماركسية)

فاطاليف

بعد أن استعرض أهم القضايا الأيستمولوجية التي طرحها ميكانيك الكوانم، وأبرز الاتجاهات الوضعية، في النعم، التي قامت في أعقاب شوره بكم شبه وطلاقات منها، نجد في ما يلي بعضاً من أهم الموضوعات التي تتركز فيها أهم مقولات الوضعية الحديثة، واتجاهاتها المختلفة، مكرراً على السرعات التي ترى أن موضوع الفيزياء لم يعد لأشياء الواقعية بل نتائج القياس فقط، الشيء الذي يؤدي إلى نقول بعدم إمكانية معرفة الواقع الموضوعي كما هو، ويحصر معرفه البشرية في إعطيات الحسية وعمليات القياس. إن الاتجاهات التي تنبئ هذه الرؤية هي امتداد لعنصره من مظاهره التي أشارنا إلى ذلك من قبل. تلك الفلسفة التي رآه عندها بين في كتابه «المادية والديالكتيكية»<sup>(٢)</sup>، هذا الكتاب الذي لم يظهر بعد عند السوفييت، في حدود عمقنا، ما يوربه طلاقاً وقوة حجة

« نستغل الآن إلى علاقات الوضعية الحديثة بالمفردات الفيزيائية الحديثة إن معالجه هذه الموضوع ضرورية، لأن مختلف السرعات المتشابهة في الفيزياء، مثل السرعة الطاقوية<sup>(٣)</sup> والسرعة الاحترائية والسرعة الوضعية<sup>(٤)</sup>، والسرعة الدنيوية الانتقالية، حيث كلها تحتل الوضعية الحديثة ونتيجته لتسريها إلى الفيزياء، وأيضاً لأن هذه السرعات بعضها تعتمد موضوعية الحديثة جميعها العدمية

إن الوضعية الحديثة تطالب من الفيزياء أن تقوم بدور أساسي وهام في تحرير رائدتها العلمية. لقد ورد في تقرير فدمه ديتوش بموان وتاملات في الصاقل الزمان حول المعرفة الفيزيائية إلى مؤتمر «وريج مايلي»<sup>(٥)</sup> الذي حدث مراراً أن كتاب الفيزياء مطلوب لتأمل انفسه، ونظريه المعرفة كيمي حاصه. لقد فرصت الفيزياء الحديثة، بتصوراتها السعيدة

(١) Kh. Fataiev. *Le Matérialisme dialectique et les sciences de la nature* (Moscou: Editions du progrès, [s.d.])

(٢) شبه إلى نظرية الطاقة (رائكين حاصه) (لمؤتم)

(٣) شبه إلى نظرية الموضوع (بوتكارية حاصه) (لمؤتم)

حد آخر يفهم المعنى، افاد حديثه على البحث المعنوي<sup>(٤)</sup> صحيح أن الفيزياء قد هدمت فعلاً، وقد ربت نقد، مادة حصصه بشأن المعنى، ولكن دبوش يفكر في شيء غير عذب يحدث عن لافاق حديثه التي يسحبها فيزياء حديثه أمام المعنى ب لوصفه حديثه ترى في الاضطراب الذي يعرفه حاليه نظرية الفيزيائية، نتيجة قيام ميكانيك كوانتوم ونظرية النسبية والفيزياء النووية، فرضه ملائمة للقيام بمحاولة سبب مادية فيزيائية لعقوبة، وإسناد بحسب الفيزياء موضوعي لعدم وسوق الاضطراب الفيزيائية مع الواقع، والعمل، أخيراً، على هدم الأسس العلمية للمادية الحديثة بقول دبوش في تقريره المذكور «واخلاصة أن عشا من خمسة وعشرين عاماً، بشيء قدسها حديثه بلطيفه، ويتم تصور جديد لعلاقات مبادىء الموضوع تصور لا يمكن ربطه بأنه قدسها من الاعتقاد التي شذبت من قبل» ويصوب فيوش نفسه، إلى حد التصور المعنوي (الجديدة) يمكن التعبير عنه بكلمة واحدة، هي الذاتية Subjektivisme

واضح أن الوصفية الجديدة التي تصور حديثاً لثانيه دنيه برعم لها مؤسسه على المكتسبات الحديثة بعلوم الفيزيائية فالسطر كيف يعمل لوصفيه الجديدة على تحرير تصورها الفلسفي بواسطة الفيزياء

من المعروف أن أحد المبادئ الأساسية لوصفيه الجديدة، يتلخص في القول ب لعلم منظومه من تأكيدات مستنتجة، طبقاً بقواعد المطلق الصوري، انطلاقاً من عناصر لتجربة «Enoncés protocolaires» أو «العبارة السليطة على الإطلاق»<sup>(٥)</sup> إن عناصر التجربة التي يقول بها كدسات لا تحتاج إلى تبرير، وهي تقدم الأساس الذي سبي عليه التأكيدات في العلم (= لقصا لعميه = القبول) واختار الأحداث العلمية يجب أن يتم لا عقاريتها مع الواقع الموضوعي، ولا مع التجربة بل مع هذه المحاصر ويرى رسل أن طريقة لتحليل المنطقي تكمن في «رجاع جميع الأحداث التي نكتشفها العلم إلى قصا بطة على الإطلاق، لقصا موضوعها أولى عناصر العالم إن محاصر التجربة التي يقول بها كدسات، والقصا السليطة على الإطلاق التي يقول بها رسل هي، أساساً، استدلقات المعاديه لوصفيه الجديدة في محاوله الراميه إلى إيجاد أسس شيد عليها العلم

إن محاصر لتجربه واقصايا السليطة على إطلاق بلعب دور التأكيدات العلمية المثبتة لعصبات الملاحظة، أي الإدراكات المباشرة، وهي عدهم بمثابة رسوم بيانية للملاحظة وهم لا يظنرون إليها بوصفها ككافى لأشياء وصوره العالم الواقعي، بل بعبرونها ذاته وهي وهكذا يحل العلم الفيزيائي الواقعي إلى اشارات آلات القياس، وإلى إدراكات لا تشترك في شيء مع العلم الواقعي (من وجهة النظر هذه ليس ثمة ما يجمع بين مصادر الضوء والصوت وإدراكاتنا البصريه و السمعيه)

(٤) أعمال مؤتمر الدولي الثاني للاتحاد العلمي بعلومه العلوم ص ١٣٨

(٥) المصطلح الأول خيمه فينا، والثاني تقرير دراسي، والمقصود بملاحظات خروثيه التي يسحبها بحث والتي تلمذ بها التجربه فاراد مع محاصر الشرحه بخصوص حادثة سير (الترحم)

ب. هذا المبدأ الذي تمسك به الوضعيه الجديدة يعبر عنه في لغة الفيزياء بمصطلح «القابلية للملاحظة» L. observabilité. وقوام هذا المبدأ أن مهمة الفيزياء تنحصر في القيام بملاحظات مباشرة لتطواهر، ودوماً اعترف بالوجود الدائي لموضوعات أي كائنات مسته عن ملاحظة والقياس.

إن النزعة الطاقويه التي قال بها أوسوالد Ostwald تتضمن مبدأً، فكره مبدأ لقابلية للملاحظة. وقد سبق سومرفيلد Sommerfeld أن سجل، بحق، كون النزعة انطاقويه تنطس من الفكرة لتالية، وهي أن النظرية الفيزيائية يجب أن شيد على التقدير التقاسية والمعطيات لقابلية للملاحظة مباشرة، وهي تعني بذلك الطاقة وحدها بعد شغل أوستولد بحسه تشييد نظرية عن تطواهر الفيزيائية والكيميائية مسنداً في ذلك إلى مفهوم الطاقة وحده، معسراً بموضوعات و تطواهر الفيزيائية كعمليات لطاقة حابية من كل مسد مادي. وبذلك نادى بضرورة إبعاد مفهوم لدره ومفهوم الفيزيائي من العلم لكونها لا يقبلان الملاحظة مباشرة.

لقد كشف تقدم العلم عن وهي مبدأ لقابلية للملاحظة الذي سجدته مدرسة اسوالد لطاقويه. لقد اهدرت نمعاً محاولات بناء نظرية فيزيائية كيميائية على مفهوم لطاقة بحدده، وأصبحت لدره والفيزيائي موضوع محجوب لأمعه وتطبيقات عملية وسعة. ولو أن الفيزياء سعوا اسوالد لأصبح الفيزياء والكيمياء والفيزيولوجيا وغيرها من فروع يعرفه عبر قابلية لتصور.

في الفيزياء كب في أي علم آخر، تكسني المفاهيم لعممية، التي تصاع بواسطتها الفيزيائي والمادي، أهمية كبيرة. ومن لطبيعي تماماً أن تطرح على الفيزيائيين والفلاسفة مشكلة طبيعة المفاهيم العممية ومشكلة طرق وصالح صياغها. ويمسك معظم الفيزيائيين، في هذا الشأن، برحبه النظر مادية العممية، فيعتبرون كشوف علومهم بعكس الخصائص الموضوعية للأشياء والنظر هو الواقعية. ومع ذلك فإن النزعة الفيزيائية ترى أن المفاهيم العممية لا تعكس سوى خصوصيات عمساب القياس والملاحظة. وأن المفاهيم يجب أن يعرف لا بخصائص الموضوعات الفيزيائية بل بطرق القياس وعمبياته. وقد كب بريدجمن، الفيزيائي الأمريكي، قائلاً: «إن ما يعرف بالمفهوم ليس الخصائص، بل الاجراءات بوقعه».

هناك في الفيزياء طرق مختلفة لملاحظة نفس الموضوعات الفيزيائية، وإذا فسد تعريف المفاهيم العممية بطريقة ما من طرق الملاحظة، فمن الطبيعي أن لا يكون ف مدبول عند تحديد ما مأ. فكلما تعددت وسائل قياس شيء من الأشياء كلما تعددت مفاهيم التي تخص هذا الشيء. ولا يمكن لأي علم أن يقل هذا المبدأ لعدد المفاهيم. وبقد حاولت سرعة مواضيعه أن تعالج هذه حالة، مقترحة قيام اتفاق ومواضعه بل سلاحظن حول اختيار

المفهوم وهكذا يعمل هذه السرعة على جعل مفاهيم الفيزيائية لعنصره مرهوبة بوجهه النظر  
دائمه للملاحظة، بعد أن عرّلت السرعة الاحرائية هذه المفاهيم عن الموضوعات الفيزيائية

أما سرعة ادائته الانشائية التي نادى بها ادوين Eddington فهي تقدم لـ منظومه  
جد مسبقه مبنيه هي الأخرى على مبدأ القابلية للملاحظة ذلك ما يكشف عنه مظهرها  
المنطقي المتطرف

وفي ما يلي وجهة نظر السرعة الدائمة الانشائية - ما نرى ان الظفرة الفيزيائية يجب أن  
تتبدل بوسطه لتأكيدات المستند على مذهب الملاحظة ويجب أن لا نهتم بالخصائص الموضوعية  
للأشياء ولا بالظواهر الواقعية، بل يجب ان نحصر اهتمامها في « لسبون الملاحظة »، في  
الخصائص التي يوحى بها مذهب الملاحظة<sup>(١٠)</sup> والمعلومات الفيزيائية يتم الحصول عليها في  
نظرة بدراسة طريقه الملاحظة و « الطرق الحسنة والفكرية » لمعمله حين الملاحظة وبسبب  
فإن كل ما لا يقبل ملاحظة يجب أن يسعد من النظرية الفيزيائية وليس التجربة هي التي  
نعص في ما إذا كان مقدار ما ننال بالملاحظة أو لا، بل الذي يفصل في ذلك هو دراسة  
تعريف هذا المقدار، هو تحديده منطقياً ويرى ادوين أن هذا التعريف للملاحظة يسمح  
بكتفه عليه، بصاعه القوايين والثواب الخاصة بالفيزياء بصور و « في القوايين  
ولثوبت لأسمائية الخاصة بالفيزياء قوايين وثوابت دائمة بنوامها، ويمكن صياغتها فلهذا »

وهكذا فالوصفه الجديدة بكتفه عامه والسرعه الدائمه الانشائية بكتفه خاصه، تستغن  
من وجهه النظر القائلة، بأن أساس الفيزياء هو مقدار لقائيه للملاحظة، وأن موضوعها هو  
تحليل طرق لقياس أم طبيعة لقياس وانقابلية للملاحظة فذلك مشكله يجب حلها في  
التحليل المنطقي « وبدنك يصبح هدف الفيزياء هو توقع القياسات اللاحقه، اسناد إلى  
القياسات السعده، وبالتالي فإن مهمه القياس تحصر فقط في تحديد درجه الاحتمال في نتائج  
قياسات أخرى ومن هنا يصبح المنهج الفيزيائي مجرد تهيج Systematisation للإدراكات  
الخسنة التي نوحى بها عمده الملاحظة، أما لواقع الموضوعي فلا شأن لها به بعد منذ هذا  
النوع من لفهم لطبيعته لمعرفة الفيزيائية إلى جميع ميادين المعرفة، ثم كنت نتيجة تلك  
النظرية التي أشارنا إليها أعلاه نظرية محاصر لتحرره

وهذا لا بد من التساؤل كيف نرى لوصفه الجديدة منذ لعدهه للملاحظة<sup>(١١)</sup> وعلام  
يقوم مطلق العدم هذا، هذا المسألة الذي يرغم أنه عكس من مسح جميع القضايت (=)  
العمليه من تحليل محاصر التجربة؟

بعد أكد ديتوش في الكلمة التي أنشأها في مؤتمر روريج أن هذه المقصده «الخسنة»  
تستند إلى نتائج ميكانيكا الكمومية، وأن أسسها هذه لنظرية الفيزيائية يرجع إلى « كروب

Arthur Stanley Eddington The Philosophy of Physical Science (New York [s n] ). (٧)  
1974 p 37

(٨) غير مرجع، ص ١٠٤

الاستدلالات في النظريات الكوانتية تنو من مع قواعد منطق غير منطق الكلاسيكي منطق لتكاملية والداتوبه»<sup>٩</sup>

وصح إد أن نظرية «محاصر السحرة» سألها، وبالمخصوص منها، «مبدأ احتمالية الملاحظة» يركز على مفهوم الكمومية هذا في حين أن لتكاملية ليست شرطاً ضرورياً ولا سيح حتمية للميكانيكا الكوانتية، بل إن مفهوم الكمومية نفسه ويدر تأويل وصحي، مثلي ذاتي، للميكانيكا الكوانتية، تأويل بدون بالخصوص أحد مظهرها (علاقات الارتباط) وهكذا في تعبر الوصية الجديدة مرور نفسها، ليس في واقع الأمر سوى سيجة بتأويل مسوّه لأحد الكشوف لعدمية

(إن علاقات الارتباط) يؤكد أن القياس ليرامي موقع الحسيم وحركته لا بد أن تعرض خطأ لا يقل عن  $\frac{h}{2\pi}$  وكان نور وهيرسبرغ وغيرهما من مشاهير لعلماء قد افه جو تأويلاً وصعباً ذاتياً ومثالباً هذه لعلاقات، التي هي صحيحة علمياً، تأويلاً مساعد على صياغة مبدأ الكمومية

إن تأويل الذي تقدمه الوصية الجديدة لعلاقات الارتباط - وهذا - يشكل الفكرة الأساسية في الكمومية - متلخص في القول بـ ستجانه تحديد موقع الحسيم وكمية حركته في آن واحد، وبدفع مطلق (يعمل الأمر بكيفية أدق بالخاصية المكانية المرمية (= الموقع) وخاصية الدفع وبتفافة (= السرعة) يدل على أهمها (أي الموقع والسرعة) بملفان بالقياس، وبالتالي فهي سيجة للعلاقة التي تقوم، حين القياس، بين لسان وبتوضوع والتي تكامل شكل لجمع قياس الخاصية لرمية المكانية بالحسيم يعني قياس خاصية الدفع وبتفافة في هذا الحسيم نفسه، وبالعكس بالعكس

إن عملية القياس تدرس تأثيراً على حالة بتوضوع ملاحظ وعلى خصائصه وهذا شيء، لوحظ أحياناً في بتجريب الكلاسيكية، ولكنه كسي أهمية أساسية في التجريب الدربة وبتطلق فكرة التكاملية من أن هذا التأثير الذي يدرس لقياس على بتوضوع ملاحظ غير قياس لدمر منه من النتائج المبدئية في مبداء التجريب الدربة وإذا كان الأمر كذلك، فإن ميكانيكا كوانتية لا تدرس إلا الظواهر التي تحدث حين ملاحظه والتي بسرعب شبيه القياس وذلك فهي لا تستطيع أن تقدم بتأيه معرفة بتوضوعات ولا عن لظواهر التي بتوجد مستقبه عـ وخارج نطاق من ملاحظه وفي هذه الحالة تصبح ميكانيكا كوانتية علم يقوم فقط سيج معطيات التي تقدمها طرق القياس، علم بتحصير مهمة في تقدير نتائج القياس لمفلة بتفافة من المعطيات التي بسرعب علم القياس بتساعده، الشيء الذي لجمع من ميكانيكا كوانتية علم يتول محاصر لتجربة

٩) نصر بروج، ص ١٢١

١٠) لقد سرج بونف في فديز سافين علاقات لارتباط ونجم بـ ص ١٠٠، ندمه بعد أن سرج بتعبر هذه العلاقات بتائجها بتظ الفصل السابع من هذا الكتاب



هذا النوع من الفهم بطبيعة المعرفة بمعنى و يؤسس على فكره شكائيه، قد طس بعد ذلك عن جميع فروع معرفه وى أن بوضعيه حديده نرى أن وحدة العموم عموم على تعميم بعه عبرانيه، فلها بعد مفهوم شكائيه بمثابة مطلق بلعلم كله

وهكذا سحل لمصح لعلميه لتي ترتكر عليها الوصعيه الحديده، في هانه الأمر، إلى أويل اسكيتيك لكواسيه بكليه عامه وعلاقات لارتياح بصفه خاصه، تلوياً على فكره شكائيه هه في حين أن مفهوم لكائيه مفهوم خاطيء تمام، فهو ساقص مخنوى موضوعي للمكائيك لكواسيه

سحل، بديء في سده، أن كلمه الشكائيه لا تستعمل دوماً في نفس معى فهي بعض لأحياء معى لكائيه أن انعم الدقه هي اني تحدد حداثات الموقع وكليه الحركه، فيا تحدد كل منها على حده بواسطه صفر من الحداثات مختلفين أحدهما عن الآخر، وبكليه شكائيه وهه نوع من مفهوم لكائيه مشروع تمام، فانسأه هه تتعق فقط بملاحظه واقع فيريائه وأحيان أخرى يقصد بالشكائيه أن النموذج الفيريائي الكلاسيكي لا يطق في مبراء الكوسيه إلا بشكل محدود وهه ايضا لا موحده عنه على لرعم من أن استعمال كلمه الشكائيه في هه المعى فاسل بمناقشه عه أن مفهوم الشكائيه عه بور يعى شك آخر، كها شرحه ديك قبل ونحن حين يؤكد ب فكره لكائيه خاطئه تمام وأنها لا تتولى مع ميكيتيك الكوسيه، فإى معى بالوسط المعى بدي حذره بور وبصاره هه انكلمه

فهاد، بده، بعته فكره الشكائيه هه معى - خاطئه؟

أولاً، لأن بور وأصحابه يستخرجون من علاقات الاربيف أن التأثير بدي عارسه عمليه لساس على موضوع الملاحظ، تأثير لا يصح سده هه، هه في حور أن ههه لنتيجه لا ترجع لا إلى علاقات الارباب ولا إلى أي فدر حور في اميكيتيك الكواسيه

بعد حداث من فسل في الفيريء لكلاسيكيه ن لوحظ في بعض حالات أن القياس يؤثر في موضوع الملاحظ، وكانت مبراء لكلاسيكيه بعدم طرق ومناهج سمح بمرافه ديك التأثير والب في نتائج البحث، ودسالي لخصوب عن معرفه لا سوفف على انقياس أم في الفيريء اندريه بور عمليه لساس عارس تأثير مها حداً على موضوع الملاحظ، في حين أن ميكيتيك الكوسيه لا تقدم مناهج سمح بمرافه ههه الظاهره وهه ليس رجعا إلى كور ههه لظاهره لا تصل لمرقه من لبحه سدييه، بل لأن اميكيتيك الكوسيه ليست نظريه عامه وهاهه محسبات المعروه ب فو بى اميكيتيك الكوسيه سب قابيه بتطبيق على جميع مظاهر بطبيعته خاصه بالحسيات ولا عن جميع مظاهر سنوكه، وهي لا تعكس جميع خصائصها ولا جميع مظاهرها وبكليه خاصه، فو مشككه انوسائس بى عكس من مرافه التأثير بدي عارسه اداة لقياس على حاله لخصم (موقعه وكليه حركه) مشكله لا سحل في نطاق امكانيات ميكيتيك الكوسيه وههه مسأله سيقتصر فيها بعدم العلم وههه ف أن بيه سشن نحو سه ١٩٣٥ في مناقشته مع بور حور هه موضوع نفسه + وفهاد ميكائيك الكوسيه، بى مناهج بدمرفه من هه النوع لا يؤثر في صحه نتائجها لتعكسه بخصائص

لأخرى التي لمجسيات والتي لا تؤثر فيها عليه القياس. وقد كانت ميكانيك الكوانتية لا تتوفر على وسيلة لمراقبته لتأثير بني تجارسه أداة القياس على الموضوع. ملاحظ، فإن هذا لا يبرر منطقاً لتأكيد بأن هذا نتائج غير قابل للمراقبته. إن مثل هذا التأكيد معناه ميكانيك الكوانتية تسجل ضد الأفضى لما يمكن أن نعرفه عن مجسيات (كما يرى ذلك بوا) هذا في وقت شاهد فيه فروغ أخرى للمعرفة تشب وتطور أمام أعين (سفره مجسيات لأوبه، الفيزياء ليوويه)، فروعاً لا مدخل في طار الميكانيك الكوانتية.

ورداً، فإذا كان التأثير لذي يدسه أداة القياس على موضوع ملاحظ سنس لا يقبل مراقبته، فكيف نفسر استحالة القيام بقياس دقيق لأحداثيات الموقع والسرعة بالنسبة إلى المجسيات فداسترام.

يمكن تقسيم ذلك يكون ميكانيكا الكوانتية بدراس الخصائص الاحصائية لعدد كبير من المجسيات، أو خصائص المجسيات المعزولة منظور إليها من حيث الاحصائي هذا في حين أن لطريقت التي تناولت الخصائص لدينامية للموضوعات الفيزيائية هي بي نسوم لقياس التزامن الدقيق لأحداثيات الموقع وكمية الحركة.

ويمكن تفسير علاقات الارتياب من وجهة نظر لذلك إن المجسيات هي بيه مجسيمية وموجهة معقدة، في حين أن الأحداثيات حوتج وكمية الحركة هي مفاهيم صعبة لبيان الخصائص الرمائية - لمكنية وخصائص الدفع والطاقة، لشعفه بالأحجام الكبيرة ومن الخائص أن تكون هذه المفاهيم لا تعكس بدقة الخصائص لمختلفة بالمجسيات. ولذلك، فإن التعبر عن خصائص المجسيات بواسطة مفاهيم لا يعكس تلك الخصائص بدقة، بردي إلى الخصوص عن مقادير لا يحدد هذه الخصائص بما يلزم من ادفع.

ثباً، إن لأطروحة التي تشاهد فكرة الكامنية والتي تؤكد أن ميكانيك الكوانتية تتناول مقادير تشكل حين ملاحظة، ونصف خصائص ناتجة عن عملية القياس، وبالتالي فهي لا تستطيع أن تقدم أية معلومات حول خصائص وحالات المجسيات كما هي، دون مدخل لقياس، أطروحة خاطئة أيضاً، فهي لا مستترها لا علاقه الارتياب ولا أي هامون آخر من قوانين ميكانيكا الكوانتية، بل إنها بالعكس من ذلك ماقصه أساساً للمخوى الموضوعي لميكانيك الكوانتية.

تتميز حالة الجسم المتحرك، في ميكانيك الكلاسيكية بالتحديد المتزامن للقيم الخاصة بحداثيات الموقع وكمية الحركة تحديداً مصوغاً. أما بالنسبة إلى المجسيات فإن علاقات الارتياب تشير إلى أن مثل هذا التحديد مصوغ لا يمكن القيام به وهذا شيء مفهوم، لأنه لا شيء يبرر الاعتقاد بأن حالة الحركة يجب أن تصبط بنفس الشكل في ميادين من المواقع تختلف عن بعضها اختلاف كمي. وتاريخ العلم كله يؤكد أن الظواهر الفيزيائية مختلفة بهذا الشكل تتطلب أن نفس حالاتها بأوجه مختلفة وحالة المطومات في ميكانيكا الكوانتية تتميز بخصائص غير تلك التي تصفها الموضوعات الكلاسيكية وهذا ما تفرعه الداء.

لخاصة بها. وقد كان من مستحسن تطبيق المنهج الكلاسيكي لحسابه على حسابات، فإن ذلك يعني، لا يمكن الكوانس لا شأن لها بحالات الواقعية بل يعني أنها تدرس حالات جديدة من ناحية الكيفية بطلب بعد غياب مفاهيم حادة لم يعرّفها الميكانيك الكلاسيكية

هكذا يدور، تقدم فكرة الكمالية التي هي وبنية التأويل الوضعية الجديدة مادية لميكانيك الكوانس، كأحد مكتشفات هذه الميكانيكا، وتلك هي خلقه معرفة لي بدور فيها صحيح الوضعية الجديدة هذه

إن المحتوى الموضوعي لميكانيك الكوانس التي يعبرها بوضعية الجديدة عن باطن، مصدرها، لا يتفق مع هذه نفسه الترجمة وقد كان كثير من علماء بالامعير قد ساء على الأمور هذا التأويل الذي قدمه لوضعية الجديدة لميكانيك الكوانس، ذو سمة مفهوم الكمالية، فإننا نشاهد، مع مرور الزمن، إردبار الاستياء داخل صفوف الفيزيائيين الغربيين من هذا التأويل، ورغبتهم في التحلي عنه

لقد سبق ميكولسكي وبوخيسيف وغيرهم من العلماء لسبقات أن انتقدوا بشدة التأويل الوضعية الجديدة لميكانيك الكوانس وقرروا تأويلاً جديداً وقد تسلم المنادى بعد ذلك عنه أحزاب مشهورون وفي هذا الصدد تجدر الإشارة خالفاً إلى أعمال علماء كبار بجهول هذا الاتجاه (= معارضة لوضعية الجديدة) أمثال لوي دوبروي، وسوهوم وح فاسين، وح فيجي، ون جابوسي، هؤلاء لديهم معودو يكتفون بمعارضة التأويل الذي قدمه بور وهيرسبرغ، بل يقومون بأبحاث مهمة للعلف على الصعوبات التي تسمى فيها المصادر الاستيعابية للتأويل الذي تقرب به لوضعية الجديدة

وي له دلالة خاصة في هذا الصدد، ذلك تتجرب الذي طرأ على موقف شرودنجر أحد مؤسسي ميكانيك الكوانس وأحد المنحصرين في ماضي لوضعية الجديدة وتكشف الأبحاث التي نشرها مؤخراً عن عدم رصده بالتأويل الذي تصور به الوضعية الجديدة وعن رغبته في التحلي عنه لقد تسلم شرودنجر في المقال الذي أصدره عام ١٩٥٥ بعنوان «مسألة لحرية» عن حقيقة الدور الذي يلعبه المنهج الفيزيائي في الميكانيك الكوانسية، واعترف بعدم موافقته على مبدأ الصانبة للملاحظة الذي يصر على أن العلماء يجب أن لا يتمتعوا في أبحاثهم الفيزيائية، إلا بالملاحظات والقياسات الجديدة من كل محتوى موضوعي تصور شرودنجر «هذا لفائدة من مجتمع يجارب معرفة يد كذا لا تدرس الظواهر الواقعية المستحصه «عظاما وخفا» إن صح القول، بل فقط متطلبات حاله»

(١) تدب هذا أنه على أن مربع مودول Modulus ذاته موجه يساوي، في خطه معينة، حساب وجود الخيم في نقطة التي تحدد الاحداثيات م ح ص  
Erwin Schrödinger «The Philosophy of Experiment» Nuevo Cimento, vol 1 (١٢) (1955), p 8.

إن شروود يعبر بياض هذه الفكرة الصحيحة لي ترى أن موضوع لغيره يس، سائج  
لملاحظه لي تسير عنها عملية القياس، بس حالات الموضوعات و سطواهر الوعية  
و حصانصها

وهذا التحي لمزيد في صفوف لعلها عن لوصعيه الخديده بانج من نعرص تناويل  
سدي قدمه هذه انفسه مع المحوى الموضوعي لنعوم خديشه لي ندرس سطبعه إن  
نعوم الراس يقدم كل يوم معطيات تنكاثر باسمرا، معطيات يؤكد أن نعومه لوحدة  
مصادرة على توصيح لرؤية لي يتضمنها العدم عن انعام على شكل سدور، هي المادية  
خديبية

## ملاحظة

ساون فاطميف في الفصول البالية دعم القضاي بغير بانه معطور بيها من معطور مادية خديبه مراط  
ماده و طرقة وعدم امكانيه الفصل بيها، نوع اشكال ماده و خركتها و حده المظهر الكيمه خديبه اني سحي  
فيها ماده و الخركه، سم يوهب لكاه عن مرمال و الرمال على تلكاه على صوء نظريه الكيه، السوجه خديبه  
بس ماده و لكاه على صوء حصانص الحالات بغير يانيه و خسيات الأويه، الترابط بين ماده و تلكاه و الرمال  
على صوء نظريه النسبيه المعجمه

هذه ومن الإحصاف للمعجمه ن سجن هأ م بقره فاطميفه - يلتوق في سه ١٩٥٩

في هذه الفصول لا عرج عن الفصايد بدييه و لاساجات العامة اني قال ما اعلم و بين و هذه إن  
در على شي - فوذا يد عن خمود المعالدي الذي أصاب الماركسيه في القمه السالبية - وهي نفس القمه التي  
استرت فيها الرعاب الوصعيه التي أسار و فيها المؤن في هذا الصر

ومن جهة أخرى نجد الاشارة إلى أن العباد العربيين قد جدوا عن راء هذه الوصعيه الخفيفة منذ مدة  
والمحال الأساسي الذي تهم به الوصعيه الخديشه اليوم هو الفطن والعقوم لاسانيه (المترجم)

## ١٤ - القيمة الموضوعية للعلم<sup>(١)</sup>

### بوانكاريه

كثير ما اسيء فهم ان بوانكاريه وبرعته بوصفاته الخاصة، وبذلك يصعب عادة مع الموضوعيين المحددين من طهراته مدح بعد سبق أن أرتب (الفصل الرابع، القسم الأول) انصبه لخاصة - «وصفه» بوانكاريه. وفي هذا النص الذي يناقش فيه مسألة موضوعية في العلم نلاحظ عروقه عن انصره الظاهرية بوانكاريه. يعرف بالطواهر شعير وأن نظريات العلمية تتحدد باستمرار بعد ذلك ولكن هناك شيء مهم ثابت موجود وجود موضوعي يفرص نفسه عن الجميع، هو العلاقات بين ظواهر الطبيعة، أي القوانين العلمية. إن الأشياء التي يعطيها لأشياء الطبيعة وظواهرها والصورات التي يشتهر بها، هي وحدها المعروفة، أما العلاقات الموضوعية القائمة بينها فهي موجودة ثابتة. وإذا كان بوانكاريه يقول في آخر النص «كل ما ليس بحكمة هو عدم محض» فيجب أن لا نحمل هذه العبارة ما لا يحسنه ويجب أن لا نقصدها عن سياق تفكيره انعام. به هذا يرد على اسمه لبروا. جع الفصل الرابع، القسم الأول. إن ما يريد أن يقوله هو أن الأشياء لا قيمة لها وهي لا تعني شيئاً خارج الأفكار بل تعبر عنها وهذه الأفكار لا الأشياء هي وحدها الموجودة، ووجودها مسند من كونها نعم عن حقيقة الموضوعية شكل تعريفي، أي عن العلاقات القائمة بين ظواهر الطبيعة.

«ما هي لقيمة الموضوعية للعلم؟ هل الجواب عن هذا سؤال يجب أن نساو ماذا يجب أن نعني بالموضوعية؟»

وبما يصعب لنا موضوعية لعالم لذي نعيش فيه هو أن هذا العالم مشترك بين وبيون كائنات أخرى مفكرة. نحن نحقق من أناس آخرين، بوسطة أنواع الاتصال التي تقوم بين وبيهم، أفكاراً ورسائل حاضرة نعرف أنها ليست من عندنا، وفي نفس الوقت نتعرف فيها على عمل كائنات مفكرة مثب. وبأن نجد هذه الأفكار والامتنعاجات تطابق مع عالم احساساتنا، فبذلك نحكم بأن تلك الكائنات المتكسرة رأيت نفس الشيء الذي رأناه نحن، وهذا يعلم أننا لم نكن نحسن.

(١) Henri Poincaré - La Valeur de la science, préface de Jules Vallémin - science de la nature (Paris - Flammarion, 1970) pp 178-87.

كذلك هو لشرط الأول للموضوعية إن ما هو موضوعي يجب أن يكون مشترك بين كثير من المعقول، وبالتالي يجب أن يكون قابلاً لأن يتفق من فكر إلى فكر، وبأن هذا لا يتقال لا يمكن أن سم إلا بواسطة «الكلام»، هذا الكلام الذي حمل اسميو لورور Le Roy عن كثير من الحذر والريبة، فإننا مدعون باستخلاص النتيجة التالية لولا الكلام (= بلغة) لما كتب موضوعه

ستظل احساسات الغير، بالنسبة إلينا، عادة معلقاً على الأند، سأطرح عاجز عن الحكم على إذا كان ل احساس الذي أسميه آخر هو هذه ل احساس الذي يسميه نفس الاسم من هو نحائي

لنمحص أن حنة الكروز Cense و رهرة لخشخاش Coquelicot (= وهم حراوان) تحدثان في الإحساس «أ» وتحدثان في حاري الإحساس «ب»، وبمحص، بالعكس، أن ورقة بيانية (= حصراء) تحدث في الإحساس «ب» وتحدث في حاري الإحساس «أ» من لوصح لنا. أن وحاري لا يستطيع أحد معرفه أي شيء عن ذلك، فأنا أسمي الإحساس «أ» باسم آخر، والإحساس «ب» باسم أحصر، في حين يطلق هو على الإحساس الأول اسم أحصر، وعلى الإحساس الثاني اسم آخر كل ما يمكن أن يلاحظه كل ما هو أن حنة تكرر ورهرة لخشخاش قد أحدث في نفس الإحساس إن حاري يطلق نفس الاسم على الإحساسين اللذين يحس بهما اراء الكروز و لخشخاش، وأنا أقول نفس الشيء كذلك

وإذن، فالاحساسات لا تقبل النقل (= من شخص لآخر)، أو على الأصح، لا كل ما هو كيمي حالي في الإحساسات لا يقبل لنقل ويظل أبدي غير قابل منهم ولا ذلك ولكن بس الأمر كذلك نالته إلى العلاقات بين الاحساسات

والنتيجة، من وجهة نظر هذه، هي أن كل ما هو موضوعي نحو عامة من كل كنه، إذ ليس هو سوى علاقة حالته وبالتالي أكيد، فأنا لا أذهب إلى انقور بأن الموضوعية ليست سوى كنه حالته، (إن هذا سيؤدي إلى ماله في تخصيص طبيعه للعلاقات التي تحدث عنها)، وبكي أعني بوضوح أنني لا أعتقد أن هناك من يسمح لنفسه بالانطلاق إلى انقور، إن العدم بس سوى معادلة تعاضبه

وبحي يدندي محفظات راء هذا نقول الذي لا نحى ما يصوي عليه من تفاصيل، يرى من الواجب أن نسم، مع ذلك، بأنه لا شيء يكون موضوعي ما م يكن قابلاً لتقبل (= من شخص لآخر)، وبالتالي فإن العلاقات لعائمه بين ل احساسات هي وحدها التي يمكن أن تكون ه فتمه موضوعه

رى يقال إن الانفعال بالخيال، وهو مشترك بين جميع الناس ليس على أن كصاات حسباتا هي هي بالنسبة إلى جميع الناس أيضاً، ومن ثمة فهي موضوعية، ولكن عديم تفكر في الأمر نجد أن التبديل على ذلك م بهم بعد، ما م يترهن عيه سترث الناس في الانفعال بالخيال هو أن هذا الانفعال قد تولد عند أحمد وعند إبراهيم تأثير ل احساسات التي

يطبق عليها، كن من أحمد و برهيم نفس الاسم، أو بوسطه الذي بين هذه الاحساسات وذلك إما لأن هذا اللفعال مرتبط عند أحمد بالإحساس «ب» الذي يسميه أحمر، ومرتب كذلك عند برهيم بالإحساس «ب» الذي يطلق عليه بدوره سم أحمر، وإما لأن هذا اللفعال قد نولد لا عن الحوائث الكيفية في الاحساسات، بل عن التأليف منسجم بين علاقاتها، ذلك التأليف الذي يحدث فيه انطباع لاوعية

يكون هذا الإحساس أو تلك حيلة، لا لأنه يمثل هذه الكيفية أو تلك، بل لأنه تحت هذا المكان أو ذاك في شكه تداعي المعاني بحيث لا يمكن ثاره هذا الإحساس بدون تحريك جانب منطوق اللفعال يعني

وهكذا، فسواء نظرنا إلى شأنه من الرواية لأخلاقية أو لجماليته أو لعمليه فيها سعد أفتأ أمام نفس الشيء ليس هناك من شيء موضوعي إلا ما له نفس الهوية بالنسبة إلى الجميع ونحن لا نستطيع لقول إن شيء ما هو هو بالنسبة إلى الجميع إلا إذا كنا نستطيع انقيام بالمفردة، إلا إذا كنا نستطيع ترجمته إلى «عممة لعتادن» نقبل لاعتاد من فكر إلى فكر وادد، فلا يمثل المفردة الموضوعية إلا ما يقبل الانتقال بواسطة الكلام أي ما يمثل الإدراك المعنى

يبد أن هذا ليس سوى جانب واحد من المسألة ذلك لأنه إذا كانت المجموعة التي تحتو تمام من كل ترتب لا يمكن أن تكون هي أمة قيمة موضوعية، نكرها عن فادته للإدراك لعملي، فإن المجموعة مرتبة ترتيباً جيداً يمكن أن لا تكون هي هي لأخرى أنه قيمة موضوعية إذا لم تكن منطوق حساسات مشعوراً بها فعلاً أعتمد أنه من نافذة القول «تذكر جيد» بشرط، وم يمكن ليحظر بيان بولا أن هناك من يدب نفسه مؤخر، للندع عن انهكته الفاتنة إلى العيريه ليست عمي مجرباً<sup>٢</sup> وعلى الرغم من أن هذا رأي لا يحظى ط بالصور، لا من جانب العيريات ولا من طرف العلامية، فمن بعيد لتحديد منه حتى لا يربن مع الهايه لي يعود إليها لا نه، إذن من نوع شرطين (= لقيام لموضوعه) وإذا كان الشرط الأول بفصل الواقع<sup>٣</sup> عن الحلم فإن نشاني يميز الواقع عن القصه (= أو الرويه)

والآن نشاهد ما هو لعلم؟ إنه قل كل شيء بصيف، إنه طريقته لتعريف من حركات لي تفصل بينها مظاهر مع أنها مرتبطة فيما بينها بمر به طبيعه وحفه ويعتاره أخرى العقم منظومة من العلاقات وكلما قلت قل قليل، فإن لموضوعه يجب أن يبحث عنها في العلاقات وحدها أما انبحث عنها في الكائنات التي سطر إليها معرفة عن بعضها بعضاً، فشيء لا طائل منه

و لعون بأن العلم لا يمكن أن يكون له قيمة موضوعية لكونه لا يكشف بل لا عن

(٢) ينسب إلى البرهيم الذي يريد أن تجعل من العيريه عن «كيبوب كيبوب» بالأمم مثلاً (لرحم)

(٣) سمعنا هنا كلمة «القي كبراد» موضوعي مساره للاستعمال الشائع وقد أكرر محط، لأن

حلام و لغيه، ولكن سبب موضوعيه (بوتكاره)

للعلاقات، هو قلب للاستدلال، لأن العلاقات بالضغط، هي وحدها التي يمكن اعتبارها موضوعية

بالموضوعات الخارجية مثلاً، وهي التي بتكررت من أجلها كلمة موضوع، هي فعلاً موضوعات، وبست مجرد مظهر صريحة انزول وغير قابلة للإدراك، لأنها ليست فقط ركائزاً من الاحساسات، بل هي مجموعات من الاحساسات المتجمعة في ما بينها برابطة ثابتة وهذه برابطة هي وحدها التي تشكل الموضوع في هذه المظاهر، وهي عبارة عن علاقه

وإذن، فعندما نأخذ ما هي القيمة الموضوعية للعلم فإن السؤال لا يعني هل العلم يمكن أن يكون معرفة طبيعية لأشياء عن حقيقتها، بل إنه يعني هل يمكن العلم أن يكشف لنا عن العلاقات الحقيقية التي تقوم بين الأشياء؟

لا أعتقد أن أحداً يريد في الجواب بالنفي عن السؤال الأول، بل يمكنني الذهاب إلى أبعد من هذا فليس العلم وحده هو العاقل عن الكشف عن طبيعته لأشياء، بل لا شيء يستطيع أن يكشف بنا عنها. وإذا كان هناك إله يعرفها، فإنه سيجد للكلمات التي يعبر بها عنها، بنا لا نستطيع فقط لتكهن عن الجواب، بل لا نستطيع فهم أي شيء في هذه الجواب إذا ما قدم إليهم وأكثر من ذلك أتساءل هل نحن نفهم السؤال؟

عندما نرغم نظريته ما أنها يكشف لنا عن ماهية حرارة أو الكهرباء أو حياة فهم سيكون نظريته محكوماً عليها مسبقاً إن كل ما نستطيع هذه النظرية امتداداته، هو صورة غير دقيقة وناسية فهي إذن نظرية مؤقتة ومبدعة

وإذا سمعنا سؤال الأول يبقى السؤال الثاني، وهو هل يمكن للعلم أن يكشف لنا عن العلاقات الحقيقية لعالمه بين الأشياء؟ هل نحن الفصل بين ما يربطه العلم؟ أم هل نحن التوفيق بين ما يفصل بينه؟

لكن نفهم مدلول هذا السؤال الجديد يجب الرجوع إلى ما قلناه أعلاه حول شروط الموضوعية، ومن ثم السؤال هل تمثل هذه العلاقات قيمة موضوعية؟ أي هل يرى أساس في هذه العلاقات نفس الشيء؟ وهل سيكون الأمر كذلك بالنسبة إلى الاحتمال اللاحقة؟

من بوضوح أن ظاهر والعدم لا يرياد في هذه العلاقات نفس الشيء ولكن هذا لا يهم. فإن كان الظاهر لا يدرك في الحين هذه العلاقات، فإنما كان الغرض أن نجعله يدركها في لحظة سيستمر من التجارب والاستدلالات المهم هو أن يكون هناك فقط نستطيع أن نتصور عنها جميع أو شئ ندين هم على اطلاع على لحداث الحزنه ومن ثمه يصبح سؤاله، هي مسأله ما إذا كان هذا الاتفاق مستمر ويظل قائماً لدى من سيأتي بعده، ومن هنا نساء هل سيؤكد عدم العدم ما يحرره عدم اليوم؟ وإذا كان من غير ممكن تأكيد ذلك نصفه فبب، فإن الواقع يؤكد أنه عند عاشى بعدم ما يكفي من الوقت، بحيث إذا نحن استطعنا نرى



أمكنا أن نعرف ما إذا كانت الصروح التي شيدتها تقوم مغالبه الزمن ها، أم أنها ليست سوى صروح عبدة

فماذا يدل عليه تاريخ لعلم إذن؟ يبدو من الوهلة الأولى أن النظريات لا تدوم، لا يوماً واحداً، وأن الأنقاض تراكمت فوق الأنقاض. بشأن النظريات ذات يوم، وتصحح موصه في ليوم لثاني، ثم نصر كلاسكية في ليوم اتدي يلته، ساليه في اليوم الثالث، مسيه في اليوم الرابع. ولكن، عندما نطرق إلى الأمر عن قرب نجد أن الذي يتهدى بهذا الشكل هو النظريات بمعنى الكلمة بنظرية، أي تلك التي ترعى أنها تكشف لنا عن ماهية الأشياء ومع ذلك فهناك في نظريات شيء يبقى في الغالب جا. فإذا كشفت لنا إحدى النظريات عن علاقة حقيقية، فإن هذه العلاقة تصبح مكتسبة نصمة نهائية، وسجدها ثوب حديد في النظريات الأخرى التي سحلت نحن تلك نظريه

سأحد مثلاً وحدا فقط. كانت نظريه تموجات الأثير تقول إن الضوء حركة أم لنظريه انضغطة اليوم، نظرية كهرومغناطيسية، فهي تقول: الضوء يار سطر، إذن، في ما إذا كان من الممكن انبعاث بين هاتين لنظريتين، والقول بأن الضوء نيدر، وأن هذا البار حركة؟ من المحتمل على كل حال، أن لا تكون هذه الحركة هي نفس الحركة التي كان يقول بها أنصار نظريه القسمة، وسأتملي بصح من الممكن التسميم بالبرأي أنني بصوت إن هذه نظريه قد انتهى أمرها. ومع ذلك، هناك شيء في هذه النظرية مبرر حيا. فإشارات بني ادم صها ماكسويل تنظمها نفس المعادلات التي تنظم لحركات التي قال بها فريسن. وإذا، هناك شيء، ظل (مستظلم فائ)، وهذا هو المهم. وهذا نفسه هو ما يفسر لنا كيف أن الفيزيائيين يستمرون بسهولة من بعده فريسن إلى بعده ماكسويل

ليس ثمة شك في أن كثير من كان لعلم قد أقره، قد وضع السحي عنه اليوم، ولكن معظمه ما زال قائم وسندو أنه سيطر قائم. في هو إذن مقياس موضوعيته؟

ليس هذا المقياس شك آخر، سوى ذلك الذي يعيس به اعتمادنا بوجود موضوعات خارجية. إننا نعتقد في وثقة هذه الموضوعات لأن لأجسامنا بني شياها قيد، أحاسات متلاحمة، لا نجرد انصدفة بل نبحام لا يقل الانقسام. وسأشك في العلم يكشف لنا في الظاهر عن روابط أخرى أكثر دقة ورهافة، ولكنها ليست أقل صلابة. بها حيوط رفيعة جداً إلى درجة أنها ضمت عدم مقطوع بها مدة طويلة. ولكن بمجرد ما وقع لانشه بها لم يعد هناك من وسيلة نعد من رؤيتها. بها إذن، لسبب أقل واقعيه من تلك الروبط التي نبح سلاشياء الخارجية وفعليها. ولنا كما نعرف اليوم عن هذه الروبط شكل أدق وأوسع، فإن ذلك لا يهم لأن معرفتها بها اليوم، لا ينبغي نعرفه التي كانت ندينا عنها أمس

يمكن القول مثلاً إن لأثير بن أهل رقعية من أي جسم خارجي، ذلك لأن نفوسنا هذا جسم موجود معه نفوسنا من نوع هذا الجسم وطعمه ورائحته واسطه خيمه به وثمة. ولقولنا بأن الأثير موجود معه الضوء بوجوده به طبعه من جميع سطوهر الصوتيه وإحدى هاتين نخصيص لا نفس فيهما عن لأخرى. وكثر من ذلك فاسر كيف

نعمه هي أكثر واقعيه من ألفاظ نفس بشرية لأنها تشمل عدداً كبير من خواص وبعض على منحصص بتركيب الخيرية

سؤال إن نعم ليس سوى نصيف، وإن النصيف لا يمكن أن يكون حقيقياً، بل هو ملائم فقط صحيح أنه ملائم ولكن، ليس فقط بالنسبة إلى، بل بالنسبة إلى جميع سامع، وسبيل ملائم بالنسبة إلى من سيأتي بعده وهذا لا يمكن أن يكون مجرد صدده

و الخلاصة أن الواقع الوحيد الذي يمكن وصفه بأنه موضوعي هو العلاقات القائمة بين الأشياء، التي يسبح عيب الاستحسان الكلي ولا شك أن هذه العلاقات وما يرتب عنها من استحسان لا يمكن تصورهما خارج عقل يتركها أو يشعر بها وهي موضوعية لأنها مشتركة بين جميع الكائنات المفكرة وستبقى كذلك

كل ما ليس بمفكره هو عدم محض، لأن لا نستطيع لتفكير إلا في المفكره، وإن جميع الكتابات التي سوف عنها قصد الكلام عن الأشياء لا تستطيع أن تعبر إلا عن الأفكار والقول بوجود شيء آخر غير المفكرة هو إذن تأكيد ليس له معنى

ومع ذلك - وهذا موضوع ناقض عريب بالنسبة إلى من يعتقدون في امرئ - فإن لدرج حيوانويحي بين لنا أن أحياء بس سوى فصل قصير بين مويين أنديس، وأن المفكره انواعيه لم سلم ولن ندوم، في هذا الفصل نفسه، لأن خطه إن المفكره بسب سوى سرق وسط بين طويل ولكن هذا لرق هو كل شيء

## ١٥ - المفاهيم لفيزيائية وموضوعية العالم الخارجي<sup>(١)</sup>

### اينشتين

يشبه رأي يشين في كثير من النواحي أي نو كاره في موضوع معرفه الفيزيائية وعلاقتها بالواقع الموضوعي. حكم أي نو كاره يقول إن المفاهيم العلمية هي عبارة عن مواصفات أو مصطلحات يصنعها العقل، لا تتغير من أفكارهم حول الواقع ومظاهره، هذا الواقع الذي نتحدث معرفتنا به، بتحدد العلم ونقصه، على طريق الألف ب. نسمي من حقيقة هذا الواقع، يرى اينشتين، من جهة ب. مفاهيم العلمية ادعيات حرة بفكر البشري، يحاول بواسطتها أن يكون نفسه صورة عن الواقع أقرب ما تكون من حقيقة هذا الواقع نفسه. حقيقة التي يعرف منها العلم دون أن يمكن من الاستدراك كلها كما هي. وهذا فلا نو كاريه - كما رأيت في النص السابق - ولا يشين - كما سري في هذا النص - يصنعان الواقع الموضوعي موضوع سن. فهم لا يظه أي منها بالذات ويقابل العباس، بل يؤمال بوحته الموضوعي وباطراد حوادثه وبقدره الفكر البشري على سير هذا لاكتناه أساره. أما يقول بأن المفاهيم العلمية مجرد مواصفات أو أنها ادعيات حرة بفكر البشري فهو يرى بعكس مرحجه من تطور العلم، الرجحه بل عاصها بعدم في ديه هذا القاب وبي شهد عموماً أسباب في المفاهيم الفيزيائية نتيجة قيام نظريه النسبية ونظرية الكوانت. وقد كان من المناهضين ضد النجوم ومن حياته

مفاهيم الفيزيائية ادعيات حرة بفكر البشري، وبسبب كذا يمكن أن يعتقد، بحدة فقط من طرف العالم الخارجي وحده. والمجهود الذي بذله فهم العام لجعل أشه ما تكون بالرجل الذي يحاول فهم آلية ساعة مغنقه، فهو يرى مساءه ويشاهد حركة عقاربها، ويسمع صوتها، ولكنه لا يملك أي وسيلة تمكنه من فتح صندوقها الصغير

وإذا كان هذا لرجل على قدر كبير من الذكاء فإنه يستطيع أن يكون لنفسه صورة م عن جهازها الداخلي الذي يعتبره مصدر حركه عقاربها، ولكنه لن يكون قط على يقين بأن لصوره التي كونها في ذهنه عن حقيقة تركيب الداخلي هذا الجهل، هي وحدها لصادره عن تفسير ملاحظاته. إنه لن يمكن قط من مقارنه صورته ذهنية هذه مع الجهر لواقعي بل إنه لا يستطيع حتى تصور امكانيه أو دلالة مثل هذه جهازه

(١) Albert Einstein e Leopold Infeld. *L'Évolution des idées en physique*, petite bibliothèque (Paris Payot 1974)

غير أن لحدث (= لغيرياتي) يعتقد، بكل تأكيد، أنه قد . ما نحو معيونه، بقدر  
ما يصور بصورة ذهنية التي يكونها عن الواقع، أكثر بساطة وقدر على تفسير مبادئه  
أكثر فاعلية، مبادئه الخاصة به يستطيع أن يعتقد كحدث بوجود حد أمثل للمعروف  
بني بساطة الفكر بشري نوعه، ويمكن أن يطلق عن هذا الحد لأصل اسم خلفه  
بصوغه . (ص ٣٤ ٣٥)

وليس لعدم مجموعته من المبادئ ولا قائمه لأحداث غير مرتبطة بعضها مع بعض . به  
بفكر البشري شئنا بواسطة أفكار ومفاهيم بدعها بكل حرة و نظريات الفيربائه  
تجاوز صياغة صوره عن الواقع و ربط هذه بصورة عدم الانطاعات الحسية التوسع وهكذا  
فصارت الذهنية هي تجد حريتها عندما تسبح في افهامه مثل هذه انه يظه وفي لكفه التي  
بصوغها .

قد رأيت (= في كتاب) أنواعاً من نوع شئنا بعدم العلم ونفكر أن يرجع هذه  
سببه من لشاط الخلاق إلى ما قبل بقصه بطلاق الفيرباء بكثر

من جهة المفاهيم الأولية (= الاندائية) مفهوم الموضوع . به مفهوم لسحره، ومفهوم  
الخص، أو مفهوم أي جسم مادي، مفاهيم أشباه الفكر الشري، وه أساس في  
السحره، على الرغم من أن الانطاعات الحسية التي ستقبلها منها بظاعات به ليه،  
وبالفحص إلى عدم لطواهر الفيربائية والقط الذي بعدت فأراً يشيء في نفسه - بواسطة  
لفكر، واقع ندباً . فكونه يرد بفعل دليلاً بفهم الشكل ادء أي فأر بصدده، دليل على أنه  
يكون لنفسه مفاهيم ونظريات تعود في عدم لانطاعات الحسية الخاص به

«ثلاث أشجاره شئ» يختلف عن «شجرين اثنين» من جهة، ومن جهة أخرى  
«شجرتان اثنتان» و «شجران اثنتان» شيان مختلفان كذلك هكذا يفهم الأعداد الخمس  
2 3 4 المستخلصة من الموضوعات التي تحتها الوجود، هي مشاب للعلل لفكره،  
مشات نصف واقع عدداً

ولشعور الذاتي بزمان يمكن من ترتيب بظاعات وجعل حادث ما سابقاً لحادث  
آخر وأد ربط كل لحظة من الزمان برفق، باستعمال أنه صبط سوق، والظرف إلى الزمان  
كمفصل ذي بعد واحد، عهد ابتكار وجرع ومثل ذلك أيضاً مفاهيم هندسية لأووليدية  
و بلاووليدية ومفاهيم المكان الذي يعيش به ولدي بعثه متصلاً دا ثلاثة أبعاد

بعد بدأت الفيرباء بدانه فعليه عدم احد عن مفهوم الكتنة ومفهوم القوة ومفهوم  
منظومة لعصالة، وجميع هذه المفاهيم انداعات حرة، وقد فادت إلى صياغة وجهه لنظر  
ميكانيكية وهكذا فأنسبه إلى عالم الفيرباء اندي عاش في وائل الفراء أنسبع عشر كان  
واقع عند الخارجي مؤلف من ذرات وقوى بسطه تتحاذي، وتتوقف هذه لقوى، فقط على  
انساقه لي بفصل بين تلك الذرات فقد كان هذا العالم يحرص أنشد يحرص على الحفاظ  
أطوار وه يمكن عن بانه أنه سيصح في تفسير جميع حوادث الطبيعة بواسطة هذه المفاهيم

دسائيه بي معر عن الوقع وبعد قلوبنا الصعوبات ابخه عن البحر ف الآره بمعصه والصعوبات امر جعه يو سيه لأثر، بي إنشاء واقع أكثر دقه. نعلن الأمر بظهور ديث لاكتشاف هدم اكتشاف مجال الكهروطيسي وبعد كات لا ند من حيل علمي حريء لآبات ما هو أساسي سائسه بي برسه حوادث وفهمه بس سنوت لأجسام ديه، بي سنوت شي، ما يوحد بيها، في مجال

وهكد عمت لنظور اب الإلحقه على هدم انفاهيم بعديه وحتى مفاهيم حديده فلمد محب نظريه السيه عن الرماب مطلق وعن منظومات لأحدثه لعائمه على مد' العصفه. وم بعد الرماب دو بعد الواحد و مكان دو الأبعاد الثلاثة يشكلا لأرصيه ختمه سحو دت، بي أصحب هذه الأرضيه خلفه عذرة عن مكان (رماب - المكان) دي أربعه أعداد. وهو سكر حر حر، دو حصائص كويده حديده. بي منظومه الاحداثيات الفائمه عن مد' العصفه م بعد ضروره، فيمكن أبه منظومه حداثيه أن تساعد هي كدلت على وصف لحوادث التي تجري في نطعه

ما نظره لكون هدم أشاب بدور هدم صيغعات جديده سائيه بوقع، بعد حل لأعصب محل الاتصال، والقويبي الاحياليه (= التي «محدد» سلك مجموعهات)، محل عوانس السيه (التي محدد سنوت لأفراد)

والحق أن لوقع ندي أنشأته الفيريابه خديته هو أعدم ما يكون عن الوقع الذي عرفه انعم عدد بديه فيامه ومع ديث فيا هدف كل نظره فيربأته هو بعنه دوما

إن محاور، بواسطه النظريات الفيريائية، شو طريقا وسط متأهف الحوادث التي سلاحظها، وبظيم وفهم عدم مضاعفات الحسيه ر عس في أن محصل من الحوادث التي سلاحظها نتائج منطقية للمفهوم الذي لديها عن لوقع إنه بدون الأيمان بزمكانيه ادراك برفع وإمساك سلايه بواسطه إنشاءات نظرية، وبدون الأيمان بالاسجيم انداحي لعاص، لن تقوم بلعلم قائمه وسيسمى هذا الأيمان دوما لحاصر لأساسي لكن سكر علمي ومن خلال جمع مجهودات، ومن خلال كل صراع مأسوي بين مفاهيم القدييه والمفاهيم الحديده، نتعرف عن تلك لرعه الأسده التي نحدونا إلى الفهم، وعن ذلك الأيمان الصاعد دوما، الأيمان بالاسحام علمنا، لايمان الذي توطنه بالاسمرار العوائق التي تعترض فهمه (ص ٢٧٤ - ٢٧٦)



## أولاً بين علم الأرض وعلم اليوم

بعد كان الاعتقاد السائد، إلى هدية لقرب الماضي، أن معرفتنا تدفع معرفة موحدة، وأن نتحرره هي بي تجمعها كذلك، وأكثر من هذا كنه كان ذلك هو نسخة التي ينبغي عنها أكثر، فمفاهيمها، وفعلها يكشف التجريب عن طبيعتها، توجد من حجبها فاستحوذت أوروبا أن التجريب موحدة ومنظمة في جوفها، لأن مصدر معرفتهم هو لإحساس أن المثاليين فيرون أن التجريب منظمة وموحدة لأنها تستعصي على العقل، فلا تحرفها ولا تعد إليها، وهكذا فالكائن التجريبي بشكل، سواء في حاله فهو أو حاله رفضه، كنه مصدرة (= Block) جسم لا يقل لاحتراق مثل السد) وعز كل، فقد كان لعدم لسان في القرب الماضي، والذي كان يعتقد أنه قد بعد عن كل اهتمام فلسفي يقدم نفسه كمعرفة موحدة مسجحة، كعدم تادم الخاص بها، كمعرفة لها علاقة وطيدة بالتجربة اليومية، في نفس الوقت الذي ينظمها عقل كوي ثابت، ويتوافق مع مصدرة مشتركة وبسبب تركيبها لقد كان عدم حسب عبارة كونراد Conrad، «وحد منه بعش في واقع، ويدون أشعاع، وتعلم من لظواهر التي بعشها، ومجد الداهية في وصوح حدوثها لقد كان يعني استبدالها وبالعالم برهنة تدفع هدمها ومكانها، معرض عن ملقته ماديء الفلاس، يرى عدم لرباضي مع تدهيانه ومستهقة لقد كان يقوم بتعداد الأشياء المنقصة دون أن يكون في حاجة إلى اهتمام أنواع أخرى من الأعداد غير ذلك التي بهاها ويعودنا استجافا كان هناك نوع واحد من حساب مشترك بين وبينه، كان العلم والمعرفة يتحدثان معاً نفس اللغة، أما تلامذته لعلامته فلهذا كانوا يدرسون هذا العلم نفسه، لعلم التجريبي الذي نفس عليه لتجريب وبرامج سورديه فقد كان يعرفون بالتلاميذ عنكم دسرس والقياس ولعدم ونحو الحدوث والموقع الخاصة لقد كان الشعار السائد هو «وحدو لأدعنا النشاة على الارتباط بالمشخص والأهمام بالحدوث نظر كي مهم» ذلك هو المثل الأعلى هذه ليداعوجه لغريبه، ولا يهم إذا منطق التفكير، بعد ذلك، من لظاهرة التي أسيشت رؤيتها، أو من نتجربة بي أسية لتمامها ولا يهم كذلك إذا انضقت الرطة الابستمولوجية مصدرة هذا الشكل، من الملاحظة مباشرة ومطعها انه لي، لتجد تحفيها دون في نتجربة انعامية، بدلاً من أن منطق تلك الرطة من أحداث مبرحة عملياً لنفس إلى عرب أحداث انعمي ومعرفته تجريباً، لحادث انعمي الذي هو دون حادث مصروع وذيق وحفي

ونكن هـ هي لغريبه معاصرة تحمل إليها أحبار عالم مجهول، أحبار نتجربة دعه «هروغيفيه» حسب عدم ريسو، لـ Walter Rutz، لعه بحس عدمهاون لكشف عن أعذارها، أن مورها المجهولة لا نفس الرحه، بكيفية مرضيه إلى مستوى عادات لسكولوجية، مور استعصي بكيفية خاصة على الطريقة لي عدهاها في نحيب، وليي حسب تتعود فصل لشيء من نشاطه (حركة) هل هناك لي عاد الدره المجهول بدماح و صهار بين عقل والكائن، بين موجه والخسمة؟ هل يعني الحديث عن مظهر مكانه أم عن نوع من توقع مكانه؟ ألا يعني الأمر تصاهر أعين بين شيء وآخره، بطقه

معقده ينتهي فيها ما هو موجود وما سيكون؟ وأخير هذا كتاب هذه الظواهر (= لدرية) للتمسك بداحته لا تشير إلى الأشياء التي ألتصفت، فإن لسؤال على هذا كانت هذه لطواهر تشير فعلاً إلى أشياء يطرح مشكلته ذات أهمية بجمعية بالغة؟ ومن هنا ذلك الاصطراب لعدم ندي أصاب سادىء الواقعة المتعلقة بالسمو الخاص باللامهنة لصعري بعد أصبح الاسم بوصف في هذه المأكيت خذيله عبر معرف مدقه، الشيء الذي يفقد مكانته برئسته في حمته لم يعد الشيء هو الصادر عن الماديات بمعلومات كما ترتي ذلك لسرعة تحرييه ن الشيء الميكروسكوبي لا سرمدت معرفة عندما نعرفه، فالمصم المعروف يتحول إلى مركز اشعاعي بظاهرة أكثر أم إذا نظر إليه من خلال دوره لفيرياتي، فإنه يحل إلى وسلة التحلل أكثر من ظهوره كموضوع للمعرفة التحرييه به حجه عقله وليس عما بلامسكشاف وسيكون مما لا طائل تحته السر بالتحليل إلى ذرجه يصبح معه شيء لوحد معروف من جميع جهات، لأن هذا الشيء الوحيد يفقد بذاته، فيما يبدو الخصائص التي جعل منه جوهرًا إن الخصائص لتي من هذا نوع لا يوجد بل فوق لعدم ميكروسكوبي لا عند ن جوهر اللانهائي في انصغر مرامن مع العلاقة وملازم ها

وإذن، ص ب موقع يصبح عبر قاس لتفرّد وسمير فيرناتيا كمي عصا في أعراق فرنسة لأشياء اللانهائية لصعري، فإن العالم لساحت سمعطي أهمية أكثر لنظام العلاقات لي تحاربه بمقدار ما يدور في هذه التحارب، وبما ن لسان اندقيق معقد دوماً، فهو إذن بحربه منظمة على أساس الاعلانات. وبذلك هي اهرة الثابتة التي صابت الاليسيمولوجيه بمعاصره وعليت أن سر أهميتها الفلسفيه وحسب ما يظهر في لباء الرياضي بمفاهيم مينايريه يكذب نظريته التي بسبب إلى الفرصات دور، مؤلف عذرا، لقد كان ينظر إلى الفرصات المعجميه، في أقرب لثاسع عشر، كتصنيفات محيطيه وحتى بدعويجه، وكان محو لسان ان يكررو، يعبر بأب مجرد وسائل للتعبير بعد كان الاعفاد سائد هو أن النعم واقعي بموضوعاته، فرضي بالروبط التي تربط هذه الموضوعات، وكان انيحتو يحدون على الفرصات بمجرد بفرصهم أدنى ساقص و دى صعونه تجريبية، فدور الفرصات كان محصور في الترابط بين الأشياء. كان فرصيات نفسها مجرد مواضيعات ذلك ما كان يخص وشأنه كتاب هات وسيله أخرى لمحل موضوعه عنمه ما تنصف بموضوعه غير طابعها بعين أمم يوم فقد فبت لفيرياتي حديد رأساً على عقب، ذلك الأفق ندي سمه بمفاهيمه، ونصير، مسيو فاسر Vaihinger لقد اصعبت بموضوعات نعر عنها بوسطة تشبيهات، ام موقع فهم عظيم بذلك موضوعات في علاقات وبعبارة أخرى، إن ما هم فرضي لأن هو ما كان بعبارة طوهر، ذلك لأر لأنصال مباشر مباشر أصبح مجرد معطى منهم وموحد ومصطلاحي . لانصاف بالظواهر يتطلب حصاء ونصيف، وذلك على لعكس من التفكير فهو وحده ندي يعطي معنى بظاهرة الأصبه، وذلك بالقيام بالبحث من بظه ترابط مجموعته عضوية، به فتح وفق عقبيه لمحدرب لم يعد في مستطاع مبح نقبت، فبت، بمعصمات بي يرغم معطى مباشر به يمدد به بعد هذا معطى حكى ولا ساهد، بل به صبح مبهى ولا مد من ب يمكن خلاً ر عذرا من إثبات ه يكذب وبذلك فالمعرفة اعليه هي دوم



صلاح بوهم، وإذا لم يعد في إمكاننا النظر إلى الوصف «الذي يقوم به للعلم المباشر، مهم»  
 كان هذا الوصف دقيقاً، لا كفيومينولوجيا للعمل، وذلك في نفس المعنى الذي كانت يستعمل  
 هذه من قبل، عذره «فرصه للعمل»

## ثانياً: مفهوم الواقع في العلم الحديث

لقد أنور كثير من الفيزيائيين هذا اللاشيء المصاحبة، الذي تعرض به فردية  
 الجسم في الفيزياء المعاصرة. ذلك ما تـ إليه بكيفية خاصة، كل من لاهوتان وبلاست  
 وقد أشار هارمستيل بون إلى الأهمية الفلسفية التي يكسبها هذا الرأي، فقال: «فكراً قص  
 نسبة أيشنر على المفهوم القديم للقوة والسمعة من لشيء بانجهد لعصبي للإنسان، يجب  
 التحلي كذلك عن مفهوم الموضع والشيء، على الأقل عدم يتبع الأمر بدراسة العلم  
 التدري إلى «فرصه مفهوم يلائمه لعميد دوماً، والحسيم المعروف هو أبسط من أن يجب  
 بالفردية وهذا الموقف الذي يقفه بعدم التوافق مع مفهوم الشيء نفسه، ليس مع الميكانيكا  
 الموحدة وحسب، بل أيضاً مع النظرية الحديثة في الاحصاء ومع نظرية المجال الموحدة كذلك،  
 «نظرية لي فان هـ إيشنر والتي تحاول حاشده دمج اتحاديه في الكهرطيسه دمجاً تركيبياً،  
 وقد كتب سيبو روير N Ruyer في موضوع نقطة الأحياء قائلاً: «إنه تعريب هذا العالم  
 ندي مشاهدته من نظرية الكوانت ونظرية إيشنر في المجال الموحدة التي لم تكن هناك علاقة  
 مع الكوانتا والنظرية معاً معين «فرصه لفيردائه عدد دراسة محظف الفاظ بني يتشكل  
 مع أسبيل (أو غائم) «الذي أو الكهرطيسي لعائم عن فرصه الانصب» ويجمل أسبو روير  
 نصاً، ويصدد نفس الموضوع، إلى المقاد العميق الذي كـه أسبو كارتان Cartan، والذي  
 جاء في حاله «لقد كانت النقطة مادية (أول الأمر) مجرد مفهوم رياضي تجريدي أنصاه  
 واعتدناه إلى درجه أصبحنا معها، في نهاية الأمر، نعتبره واقعاً فيزيائياً، وإذا عكس نظرية  
 المجال الموحدة من تثيب أقدمها فربا مسطر حشاً إلى نتجني عن هذا التوافق الفيزيائي  
 بوهمي»

ولقد ناقش المسيو مايرسون Mayerson نظويين هذه لأطروحة ولم تمنحها وهو لعدم  
 لا يستيمولوجي ندي كال يفكر كهرطيسي لا كهرطيسي - مسدنه ولا موافقه، لأنه لم يستصع  
 لحني عن المركبات لثاته لي يستند إليها الفيزيائي والتي يرجع في أسسها إلى سرعة

1) «Noumène et microphysique dans Etudes sur l'évolution d'un problème de physique» (Paris Vrin 1970)

2) Marcel Boll L'idee générale de la mécanique ondulatoire et de ses premières applications Atom d'hydrogène phénomènes chimiques conduction électrique (Paris Hermann et cie 1923) p 32

3) N Ruyer dans Revue philosophique (juillet 1932) p 49

4) انظر

Cartan dans Revue philosophique juillet 1932 p 38

5) انظر

Emile Meyerson Réel et déterminisme dans la physique quantique Paris Hermann 1933 et cie 1933

الواقعة الواضحة ولكن هل سعي بـ أن يفسر في التفسير غير جذري بين الفكر العلمي الذي يعتمد على الرياضيات والفكر العلمي الذي يعتمد على التجربة؟ وإذا كان ما قبله عن الأهمية المفاجئة التي مكسبها لرياضية صحبها، إلا أن فكره سجدت عن فكر علمي جديد يعتمد على الرياضيات؟ وإذا صح هذا فإنه سيكون أمام صرورة سحب عن وسائله تمكن من تحصيل الاستحسان بين سرعة لعقلانية وسرعة لواقعه ولآخر، لا يجد هذا بالذات مثل هذه التوسعة؟ أليس عاصم لواقع محرومة من قدرتها عن قابلية لأن يجر بعضها عن بعض في الوقت الذي تدرس فيه تأثيرها في التأسيس التي هي معنى ما من المعاني باليقين عصبه باعتباره أن العمل هو الذي يكتشفها؟ إنه يعتقد أن ما يحس لوقف لمسيو لا يعرف كامل قوته النفسية، هو أن الأمر هو سلع بوقع فرضي (أي يؤخذ كفرضية)، ويثبت أن عدم تخصيص هذا الوقع فرضي بمرديه خاصة صرورة منهجية لم يعد من حق الباحث أن يثبت، بعناصر غير فائدة شديدة إلا داخل مجموعة، حصائص فردية، وفصلاً عن ذلك فهو لا يوفق عن وسيله تمكنه من ذلك، إذن فسرعه لواقعه المتعدي حاطة تحت ذلك، أن يحارب بقطعة ذلك لاول الواعي للأمور في ميدان الميكروفيزياء إلى الفكر العلمي عند نفسه التوم في وضعيه شبيهة بوعاً ما بالوضع التي كان يوحد فيها حساب الانهيايات لصعوبة عدد بديه شأنه نحن هذا لانهائي يصغر لغيرياتي بعش نفس الوضعية الشائكة التي عاشها لفكر الرياضي في القرن التاسع عشر، عندما كان يواجه لأول مرة الانهيايات الصغر الرياضي

وعلى هذا، يبدو أن هناك في اللحظة التي يفصل بين نهج الموضوع العلمي وبين نهج علمي جديد، مكاناً لفكر لا واعي، فكر محرك بسوق حركته وفعاليته عصباً إليها خطه قصيره عابره، لا تساوي شيئاً بد ما فورت بانصارات لرميه التي بعثها لعلم المكتسب، العلم الذي أرسب دعائمه ونم بالشرح والتفسير، وأصبح مادة للتعليم ومع ذلك، وفي هذه اللحظة القصيرة، بالسطح، نجد اقتناص المعطى الخاسم في الفكر العلمي فالعلمية هذه المحطات أثناء التعليم وبإبرارها وعادة سائها، يكثر تأسيس الفكر العلمي عن ديماميه وحديثه وهذا، في عملية التأسيس تلك، تثبت التناقضات التحريية مبعثه، وتقوم الشكوك حول بذاذه المسلمات، ويرر تلك التلغيات القبلية التي تكشف عن مظهر المردوح لواقع، مثل ذلك السالف الذي يتم عن عينية، والذي قام به المسؤولي دوري، ومثل تلك التحولات الفكرية لرفيعه التي يجد أوضح من هذا في مبدأ التكايف الذي قال به يشين ذلك المبدأ الذي نتجها أمامه حجج مسيو مايرسون لبي يحاول أن تثب أن لقوة جوهر، كما اعتقد لانس ذلك طويلاً وبكي سن تعده الصيغة الواقعية التي نصمها على الحداديه بكي أن تتذكر ن تعبير منظومة المرجعه، بعبيراً معلوماً مدرجاً بعبارة، يؤدي إلى نحو اخلاية تمام

وهكذا، فمهما طالت فترات الاستقرار التي تنعم بها لنظرة الواقعية، فإن ما يسعى أن يلبس بها حقاً هو أن جميع الثروات الخاصة التي عرفها لفكر العلمي هي عبارة عن أرمات تجعل أعداده النظر بشكل جذري، في النظرة الواقعية أمراً صرورياً وأكثر من هذا،

يجب أن يعرف أن الفكر لواقعي لا يسجد من ذاته أزماته الخاصة لم يحدث هذا قط  
 في الاستشهاد بثبوته نأته من خارج دوماً، وبالصض من ميدان محدود، لمبداء لدي فيه  
 شأنا ومنه سطس إن ماسع الفكر العدمي المعاصر سمي بي عبد - رياضيات

### ثالثاً العقلانية العلمية أو الفلسفة المفتوحة

«إذ حارب أن مرحوم بي نفعه انفسه تلك الحركة خردوجه بي بعدي لفكر  
 انعمي، في الوقت برهن، فسادها حركة تنازح برهان هو قسبي وما هو بعدي  
 حركة برتط فيها لبرعه التجريبي بسرعته العقلانية، في الفكر انعمي، ارتساف عريب، لا  
 يقل فوه عن ارتساف التده بالأم ونومع أن كل واحد منهما يعبر الأخرى ويرهب، في اسرعته  
 التجريبي في حاحه بي أن نعقل، وانسعه العقلانية في حاحه إلى أن تطس مسود فوانس  
 وصحة، ششاحه، مبرطة ومسحمة لا يمكن بسرعته التجريبي أن يكون موضوع تفكير،  
 ولا ماده لتعظيم ومدون سرهن مبرسة، ومدون اسطس على الواقع مباشر، لا يمكن  
 بسرعته العقلانية أن توفر على فوه «الاقص اسم» فالتعاون التجريبي لا تتأكد فيه إلا عندما  
 يصح أساساً لتجره إن نعم، الذي قوم على الجمع بين التدهين والحارب، وبين  
 التوعد ولقوس، بين التدهه وحوادث، هو إبد في حاحه بي نفسه ذات قطس وبعدره  
 أدن، هو في حاحه بي حو دالكبيكي لأن المفهوم لا يتصح إلا بالنظرانية نظره متكمله، ومر  
 جهتي نظر فلسفي مختلفين

ومسبي القاري فهم ما يفوه هـ، إذ «غير دنك عود اعتراف بشأته» إن ترى  
 بالعكس من دنك، أن تحرك المعرفه بين قطس يستيمولوحين مناقضين دبل على أن  
 برعير انفسس، التجريبي و العقلانية، يكمل كل منهما الآخر ويسر به بي سهاه  
 ولدنك، فأل يفكر لانسب يفكر عميق معه أن يصنع نفسه في محال (أو خصل)  
 لا يستيمولوحني الذي يقوم وسطه بين سطريه والسطس، بين التدهبات والتجريبي، وأن  
 يكون معرفه تعاون طسعي، معرفه علمه معناه أن يعرفه، في ب واحده، كظاهرة وكشيء في  
 ذاته

«وجب أن نصيب إلى دنك أن ترى أنه لا مد من تفصيل أحد هذين الاتجاهين  
 مستقرين على الآخر، وبالذات الاتجه الذي يسر من العقلانية إلى سحره ومسحاول  
 أن بين كيف أن ملة لعلم الفيزيائي لرهن تمير هذه الحركة لا يستيمولوحيه، وأدن،

Gaston Bachelard *Le nouvel esprit scientifique* (Paris: Presses universitaires de France 1971) p. 32

هـ وقد مرحم د عادن اعوا هـ الكتاب، في اللغة العربية وصدر عن (دعسو) منشورات وزارة ثقافته  
 والسياسة ولاشاد بقومي ٩٦٩ وقد حارب هذه برحه ركيكه لا تكاد يفهم، علاوة على أخطاء في  
 معنى حارب هـ النص مع الترجمة العربية، من ١٢٧ وما بعدها، و ١٢ وما بعدها

فانفسه لذي سنقترحه للأوبوه ولتفوق المدين حطبت بها، حدث، بغيرياء الرصاصيه،  
سيكون عقلاي لأجاء

إن هذه العقلانيه انطبقة، هذه العقلانيه التي تم حرم معلوماتي بي يمدن با انواع  
بل سرامح بالإبحر ولتحقيق، تتميز في بطون، شيء حديد تمام، إن سططين في هذه  
العقلانيه، برئدة الامسكشافيه يس تشوب، وهي به تخلف اختلاف كبيراً عن لعقلانيه  
التقليديه ومن ثمه فإن نشاطه معلمي الذي يقوده بعقلانيه برصاصه لسن بحره في سادس،  
ولا تلاعاً بها ب سحر برصاص من المتحارب، سرامح منظم سططين عقلاي، محدد واحد  
بحرث حالاً من أي عصر لاعقلاي ومساح لنا الفرصه سين أن الظاهره لشظمه (= لحادث  
لعلمي) هي أكثر عى من الظاهره انطبيعيه (= الحداث الخاف)، أما لأن فيكمي أنت أبعد  
من ذهني اقدرى تلك الفكره لشائعه التي مؤداه أن لوضع مرسح حصص سلا معصوب لا  
يصب ولا بسعد، إن العلم العيرياتي المعاصر ساء عقلاني، فهو يبعد من الأدوات التي  
يشيد بها صرحه كل صغره عقليه، ويحب الظاهره مشيده من كل الحراف لاعقلي، وكل هو  
وصح، فإن لعقلانيه التي تدفع عنها تقف ضد المناقشات لوليميكه التي تستند، من اجل  
تأكيد وقع م، على الصغره للاعماله التي تنصف بها الظاهره، تلك مناقشات التي يرى  
أن الظاهره يلازمها عصر عملي لا يمكن سر عوره، أم نالسه إلى لعقلانيه معسيه فهي  
لا ترى في التطبيق العملي هريمه م، ولا ندحا إليه كحل وسط، بل إنها تريد أن تطبق، وإذا  
م طلقت سططين سبأ فإنها تعدل من نفسها، وهذا لا يعني أنها تتكرر سادتها، بل تجدف (=   
حق الحدس أو الديالكتيك عليها) وأخيراً فطرى كانت نفسه العلم العيرياتي المنسفة  
الوحيد التي تعمل، بواسطة لتطبيق وحلاله، على مجاور سادتها (= تجاور ديالكتيكياً)  
وبكلمة واحده اب الفلسفه الواحدة المقروحه، أما المنسفات الأخرى فهي كلها تصع سادتها  
فوق كل مراحعه، وتعتبر حقائقها حقائق كليه وباليه، إنها فلسفات معتقه نفسح سدا،  
لاعقلاي

وساء عني، ألا يكون من الضروري القول، إن عى لفلسفه التي يريد أن نسج  
فعلاً مع الفكر العلمي المنطور باسمه، أن نحدد إلى درسه ما تحدثه المعارف لعنيه من  
تأثير وردود فعل في سبه الفكر؟ إنها هنا سجد أسس بسطدم، من يدنيه طرحا لدور الذي  
يكرر أن يكون نفسه م في العلوم، مع مشكله يرى أنها مشكله بيه لفكر وطروره، وه  
أيضاً سجد نفس المواضع المتعارضه، فالعالم معتد أنه يطلق في بحثه من فكر لا سله له،  
فكر حل من أنه أفكار فديه، لم الفيلسوف فهو يطلق، في لعاد من فكر ثم سازه، فكر  
بوفر على المقولات لضروريه لفهم الواقع

فالفلسفه إن العلم، ستنق معرفه من الجهل، كما ستنق لضوء من لظلام، فهو لا يرى  
أن الجهل عاده عن سيج من الأحطه الانجسه، المكبيه، انبساطكه إنه لا ندخل في حسابه  
أن لطلبات فكرية (= الجهل) به خاصه، ونه، بهذا الاعسار، حب على كل بحره  
موضوعيه صحيحه أن تعمل دون عى نحدد لكيفيه التي يس بها تصحيح حط، دن عبر ال  
لاحضاء لا يمكن لفصاء عليها سهوله، وحداً فوحداً، فهي مساسكه شتاً بعضها بعض

وبدلت فالفكر العلمي لا يمكن - يشيئه - إلا من خلال عمليه هدم تفكر بالاعمى قد حدث في بغداد - يسمح بعدم نفسه بدعوجه حديثه، في حين أن تفكر علمي تحت ال يسعي إلى صلاح كمي وشامل بدلت و د ك - كل بعدم فعلي في تفكر علمي يسيره تجريلا ما، فم - حصل من بعدم في الفكر بغير بخاص قد حدث بعدات وكوبلاب في ماضي، نفسه، ماضي، معرفه

م - ناسيه إلى لفيسوف دي مجد في نفسه، بحكم مهسه، حقائق وبيه فنيه، فإن موضوع بأخود نكبيته، هو في غير حاجه إلى تأكيد ماضي، بعامه فبوع الاحرف وسعر التي تجري الموضوع لا بسبب لفيسوف أي صغر أو قدر - رى لها مجرد ماصيل لا فئده فيها تفكر، فم - رضى فيها وسيله تجعله يفسح به بدون اعطى موضوعي نصف بلا معقوبه أساسيه، جمعها وكدها وفي كذا خاسين، فليفيسوف مسعد لإشياء فلسفه بعلوم، واصحه وسريعه وسهله ونكها نظر دوما فلسفه لفيسوف وفي هذه حاله نكفه حقيقه واحده مخرج من اسك وخهل والاعماليه، نكفه حقيقه واحده لإصااه النفس ان بداهة هذه حقيقه التوحده نكفكس بعكاسات لا يهه ها - هذه ائدهه عاده عن حقيقه وحيدته بسبب ما أنوع ولا أصاف، فالفكر يعيش بداهه واحده، فهو لا يحاول أن يشي، نفسه بداهات أخرى - إن هويه الفكر في «أف الفكر» هي من الموضوع بحيث إن بعدم مبد الوعي به صبح يقرب به إلى وعي بعدم، إلى يقين تأسيس فلسفه بالمعرفه - إن الوعي بهويه تفكر في مختلف معارفه يجد تفكر بفتح مضمون، مفتح دشم، أساسيه وبهائي فكيف يمكن به، أمام مثل هذا النجاح، طرح مسأله ضروره تعديل تفكر والعلمي إلى البحث عن معارف جديدة؟ إن مباح العلميه، ناسيه إلى لفيسوف، على لرغم من تنوعها ومرونها وتعقيتها بحرف لعدم، سطو، مع ديك، من مباح أوي، موضوع اسك، مباح عام بشكل لمعرفه كلها ويعطيها صوروب ويتناول جميع الموضوعات نفس الشكل ولديك فالأطروحه التي تافع عها، ونقي نظر إلى معرفه كسطور تفكر وهل تعيراب التي تمس وحده به وأن أفكره وثباته وجوده، ان أطروحه كهده، لا بد أن نفس لفيسوف

وبدلت بالوسط هي نتيجة لتي لا بد من لوصول إليها إذا أردت ان تعرف فلسفه المعرفه العلميه يكون، فلسفه مفتوحه، موضوعه وعي تفكر يؤسس نفسه بالمثل في التجهون، والبحث في النواع عها بكتك المعرفه، بقول لا سحرية القديمه ومن البدئي أن يكون هذا من ينبغي الأمر سحرية حاديه حقا - غير أن هذا الموقف الذي يعبر عنه كلمه «لا»، جي بهائي أئده، ناسيه إلى من يعرف كيف يخصص مبادئه بدبناكيت، ويبني في نفسه أنواع جديده من اسدهه، ويعني قواه لتفسيرية، دون ان يعطي أي اميد لأيه قوى تفسيريه طبعيه مختصه في تفسير كل شيء

ونكي بوضوح وجهه نظرون بحلاء أكثر تأخذ من ميدان سرعه استجريبه نفسها مثالا أئده ما يكون عن سريره أطروحه، بقصد بدلت ما نسميه «العالي التجريبي»

Transcendante expérimentale ونحن نعتقد فعلاً أن هذه لغز لا نظري على أنه مسألة عدم تسعيمها تعريف لعدم الذي يقوم على الآلات وقياس ووصفه بأنه عدم معال عن لعدم الذي يقوم على ملاحظة الطبيعة هناك قطعة بين معرفة الحس ومعرفة العلمية نحن نرى درجة تحرير ملاحظة على الترميز، أوهن مراه ولا يقول نحن بها، وسنكون بعده، بل يمكن أن من معرفة ما إذا كانت درجة تحريرها لي تراها و آخر ه انبي نحن بها نصفان فعلاً على نفس الظاهره وسرد في هذا الكتاب على الاعراض الذي يرغم بتخصيص الحجاب بعينه بقاءه من نسخة آت لفاس، والواقع أن موضوعيه لا حصر وسحق يدى بقاءه من نسخة الآلات بعين الفكرة التي نحن ه فكره موضوعيه، وبذلك يتم بمرعه حلاً وفيه بقاءه لربيه عن بوضع يدى بعينه عن حتى هدي يدى رسمه التجربة العلمية

وإذا ما بقي هناك من يد من الأطروحة انبي بدافع عبا، والتي يصح أنه لفاس وفي وره خاصة جسميه، فإن سيد سنده حبيبه من الخجج لي نطع برسطها أن نرهن على أن ميكروفيرو، فخر من موضوع يقع فيه وره موضوعات لعاديه، وإذا فهناك على أقل قطعه في نظرية موضوعيه، انشيء اندي بعنا على حق حبي هول ب التجربة في انجوم لبرائته تجربه غير معينه على نفسها، بل تجربة متعديه ها ماوراء والعلانية التي يعصي هذه التجربة صورها وشكلها يجب أن نفس ذلك لا نضاح لدارم هذا التعالي لتجربتي ب الفلسفه لتعديه لي صبر عدا سكه وصلابتها يجب أن نفس ما يسيرمه هذا لا نضاح من تعديلات، ولكننا بسيطة، فما أنه من لصروري جعل الأطر لذهنية مره لبه، فإن ميكرونوجه لفكر العلمي يجب أن نرسي على أسس حثثة ب انتفاقة العلمية معطاه نحدث تعيرات عملته في المفكره<sup>33</sup>

Gaston Bachelard *La Philosophie du non Essai d'une philosophie du nouveau esprit scientifique* bibliothèque de la philosophie contemporaine (Paris Presses universitaires de France 1949) pp 41



# المراجع

## ١ - العربية

كتب

- سدي، نجيب ناميكال لقاهرة دار المعارف، [د ت] (سلسلة نواع افكر العربى)  
— فيكارب القاهرة دار معارف، [د ت] (سسه نواع افكر العربى)  
اند، جور هرماد نكوين لعقل الحديث ترجمة جورج طعمه مروت دار الثقافة،  
١٩٥٥ ح ٢  
رشاح، هار شاة المسمة المنجة ترجمه مؤدركرب القاهرة دار لكاب العربى،  
١٩٦٨  
شوكين في عام الحسبات موسكو درمر، ١٩٧٢  
عالم، محمود أمين فسفة المصادفة القاهرة دار المعارف، ١٩٧٠ (مكتبة الدراسات  
لفلسفية)  
المرلى، أبو حامد محمد بن محمد تهافت الفلاسفة تحقيق موريس بويج مع مقدمة محمد  
فجرى مروت المطبعة نكانولكنه، ١٩٦٢  
النشار، علي سامي مبهج البحث عهد مفكرى الاسلام ونقد المسلمين للمسطق  
لأرسطاطالسي ط ٢ لقاهرة دار معارف، ١٩٦٧

مؤتمرات

مؤتمر السوي للاتحاد العلمى لعلمه النجوم



*Books*

- Alquié, Ferdinand. *Descartes: L'Homme et l'œuvre*. Paris: Hatier-Boivin, 1956. (Connaissance des lettres; 45)
- . *L'Expérience*. Paris: Presses universitaires de France, 1966. (Initiation philosophique)
- Bachelard, Gaston. *La Formation de l'esprit scientifique: Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris: J. Vrin, 1976.
- . *Le Nouvel esprit scientifique*. Paris: Presses universitaires de France, 1971.
- . *La Philosophie du non: Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*. Paris: Presses universitaires de France, 1949. (Bibliothèque de la philosophie contemporaine)
- . *Le Rationalisme appliqué*. Paris: Presses universitaires de France, [s.d.].
- Bayer, Raymond. *Epistémologie et logique depuis Kant jusqu'à nos jours*. Paris: Presses universitaires de France, 1954. (Philosophie de la matière; 4)
- Bénézé, Georges. *La Méthode expérimentale*. Paris: Presses universitaires de France, 1960.
- Bernard, Claude. *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris: Librairie delagrave, 1920.
- Blanché, Robert. *L'Epistémologie*. Paris: Presses universitaires de France, 1972. («Que sais-je?»; no. 1475)
- . *La Méthode expérimentale et la philosophie de la physique*. Paris: Armand Colin, 1969. (Collection U<sub>2</sub>; 46)
- . *Le Rationalisme de Whewell*. Paris: F. Alcan, 1935.
- Bohr, Niels Henrik David. *Physique atomique et connaissance humaine*. Traduction: Bauer et R. Omnes. Paris: Gauthier-Villars, 1972.
- . *La Théorie atomique de la description des phénomènes*. Quatre articles précédés d'une introduction par Niels Bohr. Traduction: André Legros et Leon Rosenfeld. Paris: Gauthier-Villars et cie, 1932.
- Holl, Marcel. *Histoire de la mécanique*. Paris: Presses universitaires de France, 1961. («Que sais-je?» le point des connaissances actuelles; 130)
- . *L'Idee générale de la mécanique ondulatoire et de ses premières applications: Atome d'hydrogène, phénomènes chimiques, conduction électrique*. Paris: Hermann et cie, 1932.
- Bouligand, Georges [et al.]. *Hommage à Gaston Bachelard*. Paris: Presses universitaires de France, 1917.
- Boutroux, Emile. *Pascal*. Paris: Hachette, 1900. (Les Grands écrivains français)

- Bridgman, Percy Williams. *The Logic of Modern Physics*. New York: The Macmillan Company, 1949.
- Brogie, Louis de. *Continu et discontinu en physique moderne*. Paris: Albin Michel, 1949.
- . *Matière et lumière*.
- . *La Physique quantique restera-t-elle indéterministe?* Paris: Gauthier-Villars, 1973.
- Brunschvicg, Léon. *L'Expérience humaine et la causalité physique*. [s.l.: s.n.], 1922.
- . *Le Génie de Pascal*. Paris: [s.n.], 1924.
- . *La Physique du vingtième siècle et la philosophie*. Paris: Hermann, 1936.
- Cavalles, J. *Sur la logique et la théorie de la science*. Paris: Presses universitaires de France, [s.n.].
- Chevalier, Jacques. *Pascal*. Paris: Plon, [1922]. (Les Maîtres de la pensée française)
- Chister, Michael. *La Relativité*. Paris: Ed. Inter-nationales, 1970.
- Comte, Auguste. *Cours de philosophie positive*. Introduction et commentaire par Ch. la Vernier. Paris: Librairie Garnier Frères, 1926. (Collection classique Garenir)
- Cornot, Antoine August. *Exposition de la théorie des chances et des probabilités*. Paris: Hachette, 1843.
- Couderc, Paul. *Histoire de l'astronomie*. Paris: Presses universitaires de France, 1960. («Que sais-je?»; no. 165)
- Cresson, André. *Francis Bacon, sa vie, son œuvre*. Avec un exposé de sa philosophie. 2ème éd. Paris: Presses universitaires de France, 1956. (Philosophes)
- Desanti, Jean Toussaint. *La Philosophie silencieuse ou critique des philosophies de la science*. Paris: Seuil, 1973.
- Destouches, Jean Louis. *Problème de philosophie des sciences*. Bruxelles: Herman, 1947.
- . *La Mécanique ondulatoire*. Paris: Presses universitaires de France, 1948. («Que sais-je?» le point des connaissances actuelles; 311)
- . *La Physique mathématique*. Paris: Presses universitaires de France, [s.d.].
- Eddington, Arthur Stanley. *The Philosophy of Physical Science*. New York: [n.pb.], 1974.
- Einstein, Albert. *Comment je vois le monde*. Paris: Flammarion, [s.d.].
- et Léopold Infild. *L'Evolution des idées en physique*. Paris: Payot, 1974. (Petite bibliothèque)
- Etudes sur l'évolution d'un problème de physique*. Paris: Vrin, 1970.
- Fataliev, Kh. *Le Matérialisme dialectique et les sciences de la nature*. Moscou: Editions du progrès, [s.d.].

- Fichant, M. et M. Pechenu. *Sur l'histoire des sciences*. Paris: Maspéro, 1974.
- Galilée. *Dialogues et lettres choisies*. Paris: Hermann, 1966.
- Gaydier, Pierre. *Les Grandes découvertes de la physique*. Paris: Corrèa, 1951.
- . *Histoire de la physique*. Paris: Presses universitaires de France, 1972.
- Goldmann, Lucien. *Recherches dialectiques*. Paris: Gallimard, 1959.
- Heisenberg, Werner. *La Nature dans la physique contemporaine*. Traduit de l'allemand par Ugné Karvelis et A.E. Leroy. Paris: Gallimard, 1962. (Idées)
- . *Physique et philosophie: La Science moderne en révolution*. Traduit de l'anglais par Jacqueline Hadamard. Paris: Albin Michel, 1961. (Les Savants et le monde)
- Hempel, Carl Gustav. *Éléments d'épistémologie*. Traduit de Bertrant Saint-Sernin. Paris: Armand Colin, 1972. (Collection U<sub>2</sub>; 209)
- Humbert, Pierre. *L'Œuvre scientifique de Blaise Pascal*. Paris: [s.n.], 1947.
- Hume D. *Enquête sur l'entendement humain*. Traduction de André Le Roy. Paris: Aubier, 1947.
- Kedrov, Boniface. *Dialectique logique, gnoseologie: Leur unité*. Moscou: Éditions du progrès, [s.d.].
- Koyré, Alexandre. *Études d'histoire de la pensée scientifique*. Paris: Presses universitaires de France, [s.d.].
- Laplace, Pierre Simon. *Théorie analytique des probabilités*. Essai philosophique sur les probabilités présenté comme introduction à la 2ème éd. (1814). Paris: Gauthier-Villars, 1886.
- Lavelle, Louis. *La Philosophie française entre les deux genres*. Paris: Aubier, 1942.
- Lecourt, Dominique. *Pour une critique de l'épistémologie (Bachelard, Canguilhem, Foucault)*. Paris: F. Maspéro, 1972. (Théorie)
- March, A. *La Physique moderne et ses théories*. Paris: Gallimard, [s.n.].
- Meigne, Maurice. *Structure de la matière*. Paris: Presses universitaires de France, 1963. (Initiation philosophique; 63)
- Meyerson, Emile. *De l'explication dans les sciences*. Paris: Payot, 1927.
- . *Reel et déterminisme dans la physique quantique*. Paris: Hermann et cie, 1933. (Exposés de philosophie des sciences, pub. sous la direction de L. de Broglie; 1)
- Newton, Isaac. *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*. Traduction de Mme du Châtelet. [s.l.: s.n., s.d.].
- O'neil, W.M. *Faits et théories*. Paris: Armand Colin, 1972.
- Park, P. *Aspects de la physique contemporaine*. Paris: Dumod, 1968.
- Parnov, E. *Au Carrefour des infinis*. Moscou: Ed. Mir, 1972.
- Piaget, Jean. *Introduction à l'épistémologie génétique*. Paris: Presses universitaires de France, 1974. 2 tomes.
- . [et al.]. *Logique et connaissance scientifique*. Paris: Gallimard, 1967.

- Planck, Max Karl Ernst Ludwig. *L'Image du monde dans la physique moderne*. Paris: Editions Gantier, 1963. (Méditation)
- Poincaré, Henri. *La Science et l'hypothèse*. Préface de Jules Vuillemin. Paris: Flammarion, 1968. (Science de la nature)
- . *La Valeur de la science*. Préface de Jules Vuillemin. Paris: Flammarion, 1970. (Science de la nature)
- Ponomarev, Leonide. *Au Pays des quanta*. Paris: Vrin, 1974.
- Reichenbach, Hans. *Physique et philosophie*. Paris: Albin Michel, 1961.
- Rydnik, Vitalii IsaaKovich. *Qu'est-ce que la mécanique quantique*. Moscou: Ed. Mir, 1969. (Science pour tous)
- Schrödinger, Erwin. *Science et humanisme: La Physique de notre temps*. Belgique: Desclée de Brower, 1954.
- Toulmin, Stephen Edelston. *L'Explication scientifique*. Paris: Armand Colin, 1973.
- Ullmo, Jean. *La Pensée scientifique moderne*. Préface de Louis Armand. Paris: Flammarion, 1969. (Science de la nature)
- Whewell, William. *De la construction de la science*. Traduction: Robert Blanché. Paris: Vrin, 1938. Livre II.

#### *Periodicals*

- Le Lionnais-François. «La Méthode dans les sciences modernes.» *Revue travail et méthodes*: no. hors séries. éd. Blanchard.
- Reichenbach, Hans. «Causalité et induction» *Bulletin de la société française de philosophie*: juillet-septembre 1937.
- Revue de métaphysique et de morale*: 1899.
- Ruyer, N. dans: *Revue philosophique*: juillet 1932.
- Schrödinger, Erwin. «The Philosophy of Experiment.» *Nevo Cimento*: 1955.

#### *Conferences*

- XIF Congrès International d'histoire des sciences*. Paris: Librairie scientifique et technique; A. Blanchard, 1970.
- Congrès International d'anthropologie et d'ethnologie, 1938.